

**ÜBER DIE BETEILIGUNG DER OBEREN EXTREMITÄT  
BEI ARTERIELLER VERSCHLUSSKRANKHEIT  
DER UNTEREN EXTREMITÄT**

**VERGLEICH VON BLUTDRUCKEN DER ARME UND BEINE,  
GEMESSEN MIT DER DOPPLER-METHODE**

DORIS BARBARA SENGER

*Diss  
München*



Aus der 3. Medizinischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses

München-Neuperlach

Chefarzt : Prof. Dr. med. P. Dieterle

ÜBER DIE BETEILIGUNG DER OBEREN EXTREMITÄT BEI  
ARTERIELLER VERSCHLUSSKRANKHEIT DER UNTEREN EXTREMITÄT.

VERGLEICH VON BLUTDRUCKEN DER ARME UND DER BEINE, GEMESSEN  
MIT DER DOPPLER-METHODE.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin  
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

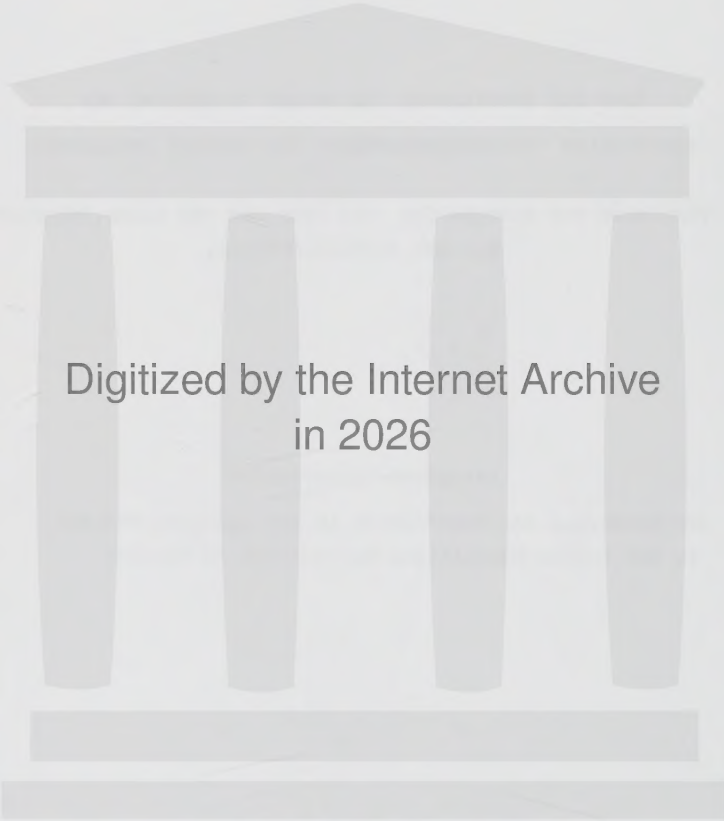
vorgelegt von

Doris Barbara Senger

aus

Ottobrunn bei München

München 1984



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

|                     |   |                            |
|---------------------|---|----------------------------|
| Berichterstatter    | : | Prof. Dr. med. P. Dieterle |
| Mitberichterstatter | : | Prof. Dr. med. E. Buchborn |
| Dekan               | : | Prof. Dr. med. W. Spann    |

Tag der mündlichen Prüfung : 26. März 1985



Meiner Mutter LILO STOCKINGER gewidmet



Herrn Prof. Dr. med. Peter Dieterle danke ich für die Überlassung des Dissertationsthemas; sehr herzlich möchte ich mich bei meinem Doktorvater dafür bedanken, daß er mir über anfängliche Schwierigkeiten hinweggeholfen hat und sich trotz seiner vielen Arbeit immer wieder Zeit genommen hat, mit mir beratend über die Ausarbeitung dieser Arbeit zu sprechen.

Mein Dank gilt weiterhin Herrn Dr. med. Michael Baborka, der mich in die Doppler-Sonographie eingeführt hat und der mir bei der Erstellung der Messtabelle behilflich war.

Auch Fräulein Gabi Krüger herzlichen Dank für ihre immer freundliche Hilfe.

Nicht zuletzt bin ich meinem Mann Horst Senger zu großem Dank verpflichtet, der mir dieses Studium ermöglicht hat und mir mit viel Verständnis und Hilfe während der vergangenen 7 Jahre zur Seite gestanden hat und der mir außerdem bei der Erstellung der Kurven und deren Berechnungsmethode behilflich war.



## INHALTSVERZEICHNIS

|                                                                             | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1.0.0. Einleitung                                                           | 1     |
| 2.0.0. Methodik                                                             | 3     |
| 2.1.0. Patientengut                                                         | 3     |
| 2.2.0. Untersuchungsmethode                                                 | 3     |
| 2.3.0. Durchführung der Untersuchung                                        | 4     |
| 2.4.0. Fehlerquellen                                                        | 6     |
| 2.5.0. Erstellung der Tabelle                                               | 6     |
| 3.0.0. Ergebnisse                                                           |       |
| 3.1.0. Erstellung der Kurven I-III                                          | 9     |
| 3.1.1. Druckvergleich rechter Arm : rechtes Bein<br>Kurve I und Erläuterung | 10    |
| 3.1.2. Druckvergleich linker Arm : linkes Bein<br>Kurve II und Erläuterung  | 12    |
| 3.1.3. Gesamtübersicht Armdruck : Beindruck<br>Kurve III und Erläuterung    | 14    |
| 3.1.4. Zusammenfassung Kurve I-III                                          | 17    |
| 3.2.0. Erstellung der Kurven IV-VII                                         | 18    |
| 3.2.1. Kurve IV "Hyperlipoproteinämie" und Erläuterung                      | 19    |
| 3.2.2. Kurve V "Diabetes mellitus" und Erläuterung                          | 23    |
| 3.2.3. Kurve VI "Nikotinabusus" und Erläuterung                             | 30    |
| 3.2.4. Kurve VII "Hypertonie" und Erläuterung                               | 35    |
| 4.0.0. Diskussion                                                           | 39    |
| 5.0.0. Zusammenfassung                                                      | 47    |
| 6.0.0. Literaturnachweis                                                    | 48    |
| 7.0.0. Lebenslauf                                                           | 52    |



## 1.0.0. EINLEITUNG

Die arterielle Verschlusskrankheit, nachfolgend AVK genannt, ist ein Oberbegriff für Krankheitsbilder arteriosklerotischer Genese, die durch Stenose oder Verschluss größerer Gliedmaßenarterien entstehen.

Die Ätiologie dieser Krankheit ist unbekannt, man kann jedoch von einer Polyätiologie (Risikofaktoren) ausgehen (1,3,4,5,6).

Über 90 % dieser Verschlüsse sind degenerativer Natur und nur knapp 10 % entzündlicher Genese; letztere führen jedoch in fortgeschrittenem Stadium häufig ebenfalls zu arteriosklerotischen Veränderungen an den Gefäßen (1).

Bei diesen arteriosklerotischen Veränderungen kommt es durch Ablagerungen von Lipoiden, komplexen Kohlenhydraten, Blut und Blutbestandteilen, Bindegewebe und Calcium zu Verhärtungen an der Intima, die zu Elastizitätsverlust und Lumeneinengung führen (3,7).

Die AVK zeigt eine große Variationsbreite in Lokalisation, Ausdehnung und Schweregrad. Man findet arteriosklerotische Veränderungen bei der koronaren Herzkrankheit bis hin zum Herzinfarkt, beim Aortenbogensyndrom mit Stenosierung bzw. Verschluss einzelner oder mehrerer abgehender Äste, beim Carotis-Interna-Syndrom, das zum Apoplex mit bleibenden neurologischen Ausfällen führen kann, bei Carotis-Externa Verschluss, dessen Folge die Claudicatio masticatoria sein kann und bei Verschlüssen der Extremitäten, wobei die untere Extremität zu 90 % und die obere Extremität nur zu 10 % betroffen ist (4).

In der vorliegenden Arbeit soll nur auf die AVK der Extremitäten eingegangen werden.

Wenn man berücksichtigt, daß man bereits bei Patienten im Stadium II der AVK erhebliche Beschwerden an den Beinen bei Belastung finden kann, die mit reduzierten Blutdruck-



werten einhergehen, so liegt die Frage nahe, ob sich derartige arteriosklerotische Veränderungen mit verminderten Blutdruckwerten und Beschwerden gleichzeitig auch an den Armen finden lassen. Eventuelle derartige Gemeinsamkeiten und Zusammenhänge aufzuzeigen, soll die Aufgabe dieser Arbeit sein.



## 2.0.0. METHODIK

### 2.1.0. Patientengut

Durch die Fragestellung, ob bei nachgewiesener AVK der unteren Extremität mit klaren Blutdruckveränderungen sich auch arteriosklerotische Veränderungen an den Gefäßen der oberen Extremität finden lassen, die ihrerseits zu Blutdruckveränderungen führen, kam es zur Untersuchung eines Patienten-Kollektivs von 500 Personen.

Bei den Probanden handelte es sich um Patienten der I., II. und III. Medizinischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses München-Neuperlach, die sich dort zwischen 1980 und 1983 in stationärer Behandlung befanden.

Die Auswahl der Patienten erfolgte lediglich nach dem Gesichtspunkt, daß eine AVK der unteren Extremität nachgewiesen war. Auf Alter, Geschlecht und Risikofaktoren wurde keine Rücksicht genommen.

Das Kollektiv der Patienten setzte sich aus 296 Männern und 204 Frauen zusammen, wobei die Stadien I-IV der AVK vertreten waren, ebenso die unterschiedlichsten Risikofaktoren.

### 2.2.0. Untersuchungsmethode

Bei den 500 Probanden wurden die systolischen Blutdrucke der Arteria brachialis, der Arteria dorsalis pedis und der Arteria tibialis posterior beidseits bestimmt.

Da die herkömmliche Blutdruckmessung mit Stethoskop und Manschette Ungenauigkeiten aufweist und bei niedrigen Drucken überhaupt keine Ergebnisse mehr bringt, wurde die Doppler-Sonographie zur systolischen Blutdruckmessung benutzt. Diese Methode hat den Vorteil, daß sie einerseits nicht invasiv ist und zum anderen auch durch Flußgeschwindigkeitskurven ergänzt werden kann.

Bei der Doppler-Sonographie treffen Schallwellen der Sonde



mit einer Frequenz von 2-10 MHz auf in Strömung befindliche Erythrozyten und werden von diesen mit einer zu ihrer Strömungsgeschwindigkeit proportional geänderten Frequenz reflektiert. Die Frequenzdifferenz, von Chr. Joh. Doppler 1842 physikalisch beschrieben (33), kann auf relativ einfache Weise hörbar und registrierbar gemacht werden.

Die im allgemeinen verwendeten Sonden enthalten je ein piezoelektrisches Element als Sender bzw. Empfänger. Die Aussendung und der Empfang der Schallwellen erfolgen kontinuierlich. Die meisten Geräte, besonders die Taschengeräte, arbeiten unidirektional, also ohne Richtungsanzeige. Im Gegensatz dazu lassen sich mit bidirektionalen Geräten Strömungsrichtungen optisch anzeigen und registrieren. Die Sonde wird nach Auftragen eines pH-neutralen Kontaktgels ohne Druck auf die Haut über dem zu untersuchenden Gefäß aufgesetzt. Bei richtiger Sondenhaltung (optimaler Winkel zwischen Sonde und Gefäß  $45^{\circ}$ ) wird bei einer frei durchgängigen Arterie ein hochfrequentes biphasisches Signal hörbar. Mittel- bis niederfrequente monophasische pulsatorische Signale werden im Regelfall distal einer Stenose oder eines Verschlusses registriert.

Da die Doppler-Methode eine Druckmessung bis 30 mm Hg ermöglicht, kann der systolische Druck auch in Arterien gemessen werden, die der Palpation nicht mehr zugänglich sind (2).

### 2.3.0. Durchführung der Untersuchung

Der Patient ist bei der Blutdruckmessung in Ruhe, er liegt, und eine Blutdruckmanschette wird in üblicher Weise nacheinander erst an jedem Oberarm und dann an jedem Unterschenkel unterhalb der Waden befestigt, um so den systolischen Arterien-  
druck der Arteria brachialis bzw. Arteria dorsalis pedis und tibialis posterior beidseits zu messen.

Nach Ortung der entsprechenden Arterie mit der Doppler-Sonde wird die Manschette suprasystolisch aufgeblasen, bis das bis dahin bestehende akustische Signal verschwindet.



Danach wird in Analogie zur Blutdruckmessung nach Riva-Rocci (21) und Korotkow (21) durch langsames Ablassen des Manschettendruckes, in dem Augenblick, in dem der systolische Druck erreicht bzw. unterschritten wird, der arterielle Fluß freigegeben. Diese Tatsache führt zum Wiederauftreten des akustischen pulssynchronen Signals. Blutdruckmanschette und Meßsonde sollten möglichst nahe nebeneinander liegen, da der mit der Ultraschallsonde gemessene Druck stets demjenigen unter der Blutdruckmanschette entspricht (2).

Der Knöchelarteriendruck allein oder in Verbindung mit dem Armarteriendruck erlaubt keinen Rückschluß auf die Lokalisation von Stenose oder Verschuß, sondern gibt den Schweregrad der Durchblutungsstörung wieder.

Die klinische Lokalisationsdiagnostik stützt sich auf den Ort des Claudicatio-Schmerzes, die Pulspalpation und die Gefäßauskultation. Mit einer segmentalen Druckmessung oder mit Registrierung von Flußkurven über Arteriensegmenten kann die klinische Lokalisationsdiagnostik erhärtet werden. Die Indikation zur Angiographie wird erheblich erleichtert, wenn der dopplersonographische Befund zu einer entsprechenden therapeutischen Konsequenz, z.B. Operation oder Dilatation führen soll (2).

Beim Arteriengesunden ist der Druck in der Arteria tibialis posterior bzw. Arteria dorsalis pedis aufgrund einer fortlaufenden Pulswellenreflexion um 10-15 mm Hg höher als der Druck in der Arteria brachialis (34). Die Höhe der Blutdruckdifferenz ist direkt vergleichbar mit der Stärke der arteriellen Insuffizienz an der Extremität.

Normalerweise herrscht an der unteren Extremität ein Blutdruck von 110-115 % des Armdruckes; bei geringer AVK, also Stadium I-IIa, findet man an den Beinen einen Druck, der 60-80 % des Armdruckes beträgt, im Stadium IIb-III ist der Bein-  
druck nur noch 40-60 % des Armdruckes und im Stadium III-IV beträgt der Blutdruck an der unteren Extremität nur noch 20 % des Armdruckes (35), wobei die Übergänge fließend sind.



#### 2.4.0. Fehlerquellen

Falsch hohe systolische Druckwerte werden gemessen, wenn z.B. in rascher Folge zwei oder mehrere Messungen bei gleichbleibender Lage der Manschette vorgenommen werden. Auf diese Weise entsteht bei der zweiten und den folgenden Messungen durch reaktive Hyperämie eine artifizielle Druckerhöhung von 5-10 mm Hg gegenüber dem Druck der Erstmessung.

Eine weitere Fehlerquelle für zu hohe systolische Werte findet man, wenn die Arterie ihre normale Komprimierbarkeit verloren hat, z.B. bei Mediasklerose, oder wenn bei einem Ödem wegen des schwer komprimierbaren Gewebes ein zu hoher Manschettendruck für die Kompression der Arterie aufgewendet werden muss.

Mit einer falsch niedrigen Blutdruckmessung muss gerechnet werden, wenn bei einer bestehenden arteriellen Durchblutungsstörung in Unkenntnis einer unmittelbar vorausgegangenen Belastung der betroffenen Extremität an dieser gemessen wird (1).

#### 2.5.0. Erstellung der Tabelle

Es wurden Name und Geburtsdatum jedes einzelnen Patienten notiert. Für die verschiedenen Diagnosen wurde ein Schlüssel erstellt, wobei die Ziffer 1 = AVK bei allen Patienten Voraussetzung war :

|                            |                                |
|----------------------------|--------------------------------|
| 1 = AVK                    | 13 = Schwindel                 |
| 2 = Hypertonus             | 14 = TIA                       |
| 3 = Diabetes mellitus      | 15 = Apoplex                   |
| 4 = Hyperlipoproteinämie   | 16 = diabet. Angiopathie       |
| 5 = Hyperurikämie          | 17 = Riesenzellarteriitis      |
| 6 = Herzinsuffizienz       | 18 = zerebrovask. Insuffizienz |
| 7 = koronare Herzkrankheit | 19 = Panarteriitis nodosa      |
| 8 = Z.n. Herzinfarkt       | 20 = Ulcus bzw. Gangrän        |
| 9 = Adipositas             | 21 = Thrombangitis obliterans  |
| 10 = Thrombophlebitis      | 22 = Parästhesien              |
| 11 = Extrasystolen         | 23 = Raynaud Syndrom           |
| 12 = Synkopen              | 24 = arterielle Embolie        |



Als nächstes wurden die systolischen Blutdrucke des rechten und des linken Armes an der Arteria brachialis gemessen, dann die der Arteria dorsalis pedis und Arteria tibialis posterior an beiden Beinen. Alle diese Werte wurden in die entsprechenden Spalten der Tabelle eingetragen.

Anschließend wurde das entsprechende AVK-Stadium in der Tabelle vermerkt. Dabei bedeutet nach der Einteilung von Fontaine (6) :

- I = Druckveränderung, aber keine Beschwerden
- IIa = Beschwerden bei Belastung, Gehstrecke > 200m,  
Claudicatio intermittens
- IIb = Beschwerden bei Belastung, Gehstrecke < 200m  
Claudicatio intermittens
- III = Ruheschmerz
- IV = trophische Schäden, Nekrose oder Gangrän.

Dann folgte die Unterteilung in Raucher und Nichtraucher, wobei nur die Patienten als Raucher eingetragen wurden, die zum Zeitpunkt der Untersuchung nach eigenen Angaben Raucher waren, und nicht die, die vorher und viele Jahre lang geraucht hatten und inzwischen den Nikotingenuß eingestellt hatten.

In der nächsten Spalte unter "Bemerkungen" wurden u. a. Stenosen und Verschlüsse der Carotiden, Mediasklerose und Operationen an den Gefäßen vermerkt.

In den letzten drei Spalten der Tabelle wurden die für die Kurven I-VII ermittelten Prozentwerte des Beindruckes bezogen auf den Armdruck eingetragen, und zwar in Spalte 1 die Werte für Kurve III, die einen Gesamtüberblick der Druckverhältnisse der oberen Extremität zur unteren Extremität geben soll, in Spalte 2 die Werte für Kurve I, die die rechte Extremität betrifft und in Spalte 3 die Werte für Kurve II, die die linke Extremität darstellt (siehe auch 3.1.0.).

Nachfolgend ein Ausschnitt der oben beschriebenen Tabelle für die ersten 10 von insgesamt 500 untersuchten Patienten :



| lfd.<br>Nr. | Pat.<br>Nr. | Name  | Geb.     | Diagn.           | A.br.<br>re/li | A.d.p.<br>re/li | A.t.p.<br>re/li | AVK | R   | Bemerkungen | 1    | 2 | 3                                  |     |     |     |
|-------------|-------------|-------|----------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----|-----|-------------|------|---|------------------------------------|-----|-----|-----|
| 1           | 1435/<br>82 | J.F.  | 8.4.13   | 1,2,3,<br>16     | 170            | 170             | <30             | 300 | <30 | 300         | IV   | - | MS li,<br>Int.St.li,<br>Ext.St.re, | 12  | 12  | 176 |
| 2           | 1431/<br>82 | Th.M. | 19.6.03  | 1,2,4,<br>5      | 240            | 240             | 70              | 75  | <30 | 80          | I Ib | - | Z.n.Byp.Op,<br>Ext.St.re/li        | 8   | 8   | 31  |
| 3           | 1426/<br>82 | H.G.  | 4.12.08  | 1,2              | 180            | 175             | 70              | 110 | <30 | 105         | II   | - | Int.St.li                          | 11  | 11  | 60  |
| 4           | 1418/<br>82 | R.St. | 30.12.96 | 1,2,7            | 115            | 110             | 70              | 70  | <30 | <30         | I Ib | - | -                                  | 17  | 17  | 18  |
| 5           | 1413/<br>82 | I.H-A | 9.2.13   | 1,2,3,<br>4,9,16 | 115            | 110             | 70              | 70  | <30 | <30         | I Ib | - | -                                  | 17  | 17  | 18  |
| 6           | 1406/<br>82 | K.J.  | 2.11.11  | 1,2,3,<br>7,16   | 190            | 190             | 150             | 300 | 160 | 160         | I Ib | - | MS li,                             | 79  | 79  | 84  |
| 7           | 1446/<br>82 | A.E.  | 24.3.17  | 1,10             | 150            | 140             | 150             | 150 | 230 | 240         | I    | - | MS bds,                            | 100 | 100 | 107 |
| 8           | 1447/<br>82 | W.R.  | 17.3.03  | 1,4,20           | 110            | 110             | 60              | 60  | 80  | 80          | I Ib | R | Z.n.Profun-<br>daplastik li        | 55  | 55  | 55  |
| 9           | 1448/<br>82 | H.B.  | 1.5.02   | 1,6              | 170            | 150             | 150             | 120 | 80  | 80          | I Ib | R | Subcl.St.li                        | 47  | 47  | 53  |
| 10          | 1375/<br>82 | E.K.  | 16.11.19 | 1,3,4,<br>16,19  | 160            | 155             | 110             | 110 | 120 | 110         | III  | - | Steroiddiab.                       | 69  | 69  | 71  |

Erklärung der Abkürzungen :

A.br. = Arteria brachialis  
A.d.p. = Arteria dorsalis pedis  
A.t.p. = Arteria tibialis posterior  
R = Raucher  
MS = Mediasklerose  
St = Stenose



### 3.0.0. ERGEBNISSE

#### 3.1.0. Erstellung der Kurven I-III

Die nachstehenden Kurven I-III sollen eine graphische Gesamtübersicht darüber geben, wie sich die Blutdrucke der oberen Extremität zu denen der unteren Extremität verhalten.

Da die Schwankungsbreite des systolischen Armdruckes bei den 500 untersuchten Patienten wesentlich geringer ist als die Schwankungsbreite des systolischen Beindruckes, wird der Armdruck als Bezugswert genommen und gleich 100 % gesetzt.

Bei den Blutdrucken der Beine wird der jeweils niedrigste Wert berücksichtigt, weil man davon ausgehen kann, daß sich dort, wo der Blutdruck am niedrigsten ist, die stärksten arteriosklerotischen Veränderungen finden lassen, und daß sich bei diesen Patienten die ausgeprägte AVK der Beine am ehesten auch an der oberen Extremität manifestiert, was zu eventuellen Blutdruckveränderungen an den Armen führen kann.

Da in einigen Fällen selbst mit der Doppler-Methode an den Beinen kein Druck mehr gemessen werden konnte, kann man davon ausgehen, daß bei diesen Patienten der systolische Beindruck unter 30 mm Hg liegt. Alle diese Patienten werden in den nachfolgenden Kurven mitberücksichtigt, wobei ihr systolischer Beindruck als 20 mm Hg angenommen und in die Berechnungen miteinbezogen wird. Ursache eines solchen, nicht messbaren Blutdruckes ist die Aufhebung der pulsierenden Blutströmung bei hochgradigen Gefäßstenosen oder in ausgedehnten Kollateralkreisläufen (6).

Die systolischen Drucke der Beine bei Mediasklerose, die über 300 mm Hg liegen und nicht genau ermittelt werden konnten, werden ebenfalls mit dem Wert 300 mm Hg mitberechnet.

Für die Kurven I-III werden insgesamt 1500 Prozentwerte für die Beindrucke nach der Formel :

$$RR_{\text{Bein in \%}} = \frac{RR_{\text{Bein min.}} \times 100}{RR_{\text{Arm}}}$$



ermittelt und in die Spalten 1-3 der Tabelle (siehe 2.5.0.) eingetragen. Anschließend werden diese Beinwerte in Prozent nach steigender Wertigkeit geordnet und in die Koordinatensysteme der Kurven I-III eingetragen.

Auf der Abszisse werden in jeder der 3 Kurven alle 500 Patienten, entsprechend ihrem steigenden Prozentwert des Beindruckes, aufgetragen. Auf der Ordinate werden die dem 100 %igen Armwert entsprechenden Beinwerte in Prozent für jeden Patienten eingezeichnet; daraus ergibt sich der "Istwert-Beine".

Der systolische Armdruck wird bei 100 % für alle 500 Patienten durch eine durchgehende Linie kenntlich gemacht und als "Istwert-Arme" bezeichnet.

Bei 112 % wird eine weitere Linie in die Kurve eingetragen; dies entspricht etwa dem Blutdruck an der unteren Extremität beim Arteriengesunden. Diese Linie wird mit "Sollwert-Beine" bezeichnet.

### 3.1.1. Druckvergleich rechter Arm : rechtes Bein Kurve I und Erläuterung

Diese Kurve gibt eine graphische Übersicht über die Blutdruckverhältnisse der rechten oberen und der rechten unteren Extremität.

Hierfür wurde der Blutdruck des rechten Armes gleich 100 % gesetzt und dazu aus dem niedrigeren der beiden rechten Beinwerte (A.dors.ped. und A.tib.post.) die entsprechenden Prozentzahlen für die untere Extremität ermittelt.

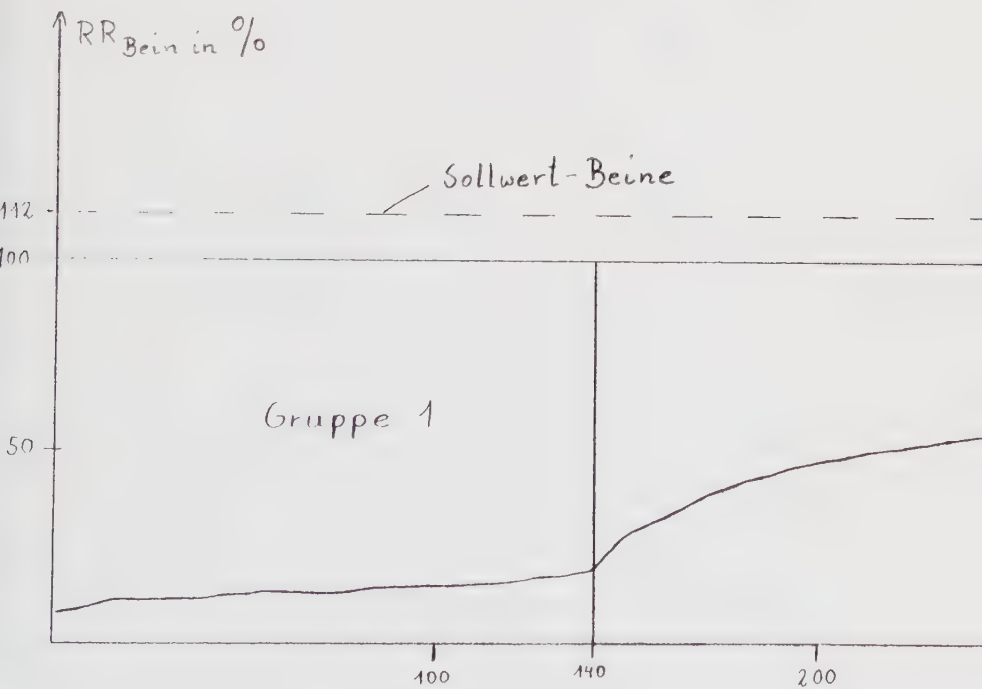
Es gilt die Formel :

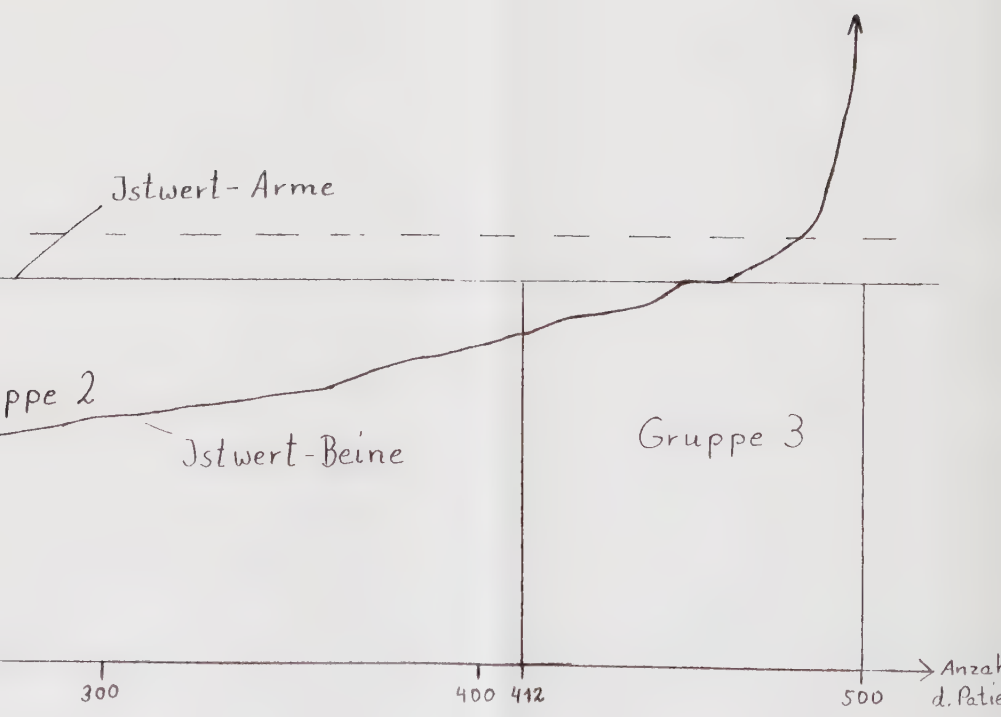
$$\text{RR}_{\text{re.Bein in \%}} = \frac{\text{RR}_{\text{re.Bein min.}} \times 100}{\text{RR}_{\text{re.Arm}}}$$

Die sich ergebenden 500 Prozentwerte wurden in Spalte 2 der Tabelle (siehe 2.5.0.) eingetragen.



# Kurve I





### Erläuterungen zu Kurve I

Für die rechte Extremität kann, wie aus der Kurve I ersichtlich ist, eine Unterteilung in 3 Gruppen vorgenommen werden :

Gruppe 1 : Knapp 30 % der Probanden haben bei einem im Bereich der Norm liegenden Armdruck nur einen Druck von 8 - 18 % an der unteren Extremität, verglichen mit dem Druck der oberen Extremität.

Gruppe 2 : Ca. 55 % der Patienten haben an den Beinen einen Blutdruck, der zwischen 21 und 85 % des Armdruckes liegt.

Gruppe 3 : Ca. 15 % der Untersuchten haben an der unteren rechten Extremität einen Blutdruck, der ungefähr in der gleichen Größenordnung wie ihr Armdruck liegt oder - bei Mediasklerose - erheblich höher.

Bei der Gruppe 1 handelt es sich meist um Patienten mit AVK in den Stadien III-IV;

in Gruppe 2 findet man Patienten im AVK-Stadium II-III;

zur Gruppe 3 gehören Patienten im Stadium I der AVK und solche mit Mediasklerose.

### 3.1.2. Druckvergleich linker Arm : linkes Bein Kurve II und Erläuterung

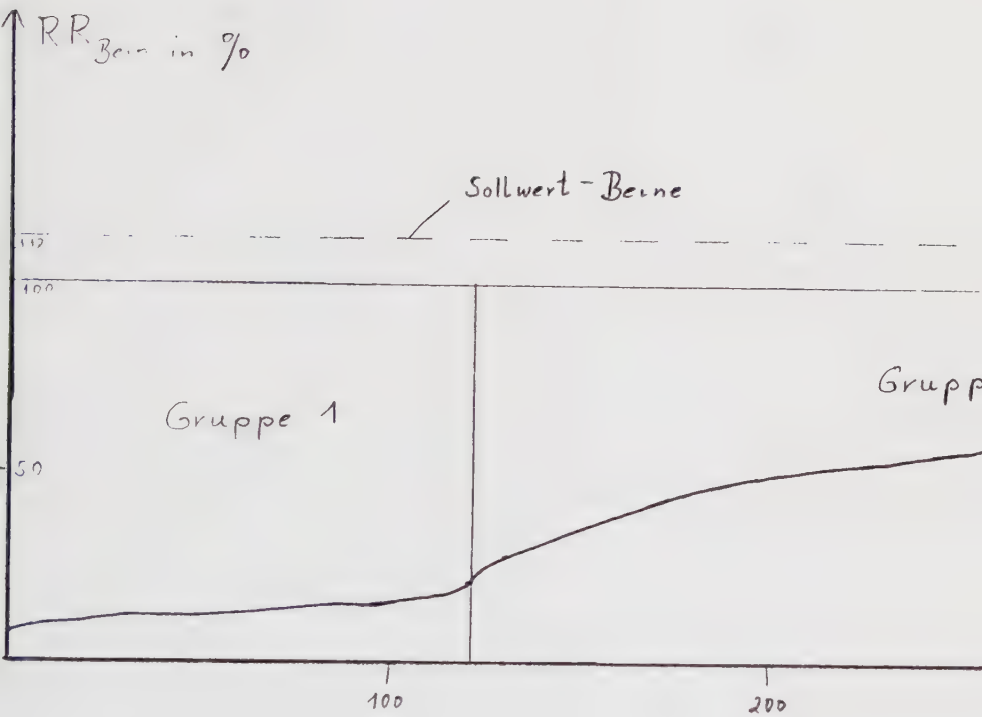
Hier wird der Versuch unternommen, anhand einer Kurve darzustellen, wie sich die Blutdrucke der linken oberen Extremität zu denen der linken unteren Extremität verhalten. Dazu wird, wie bereits beschrieben, der systolische Blutdruck des linken Armes gleich 100 % gesetzt und der entsprechende Beindruck in Prozent ermittelt. Es ergeben sich aus der Formel :

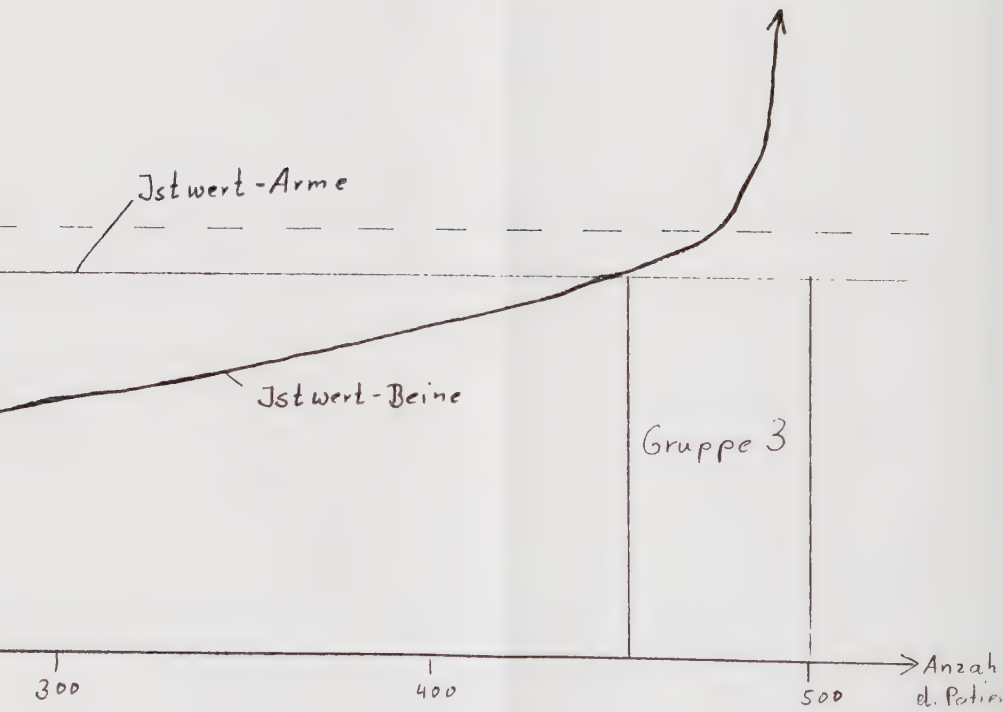
$$RR_{\text{Bein li. in \%}} = \frac{RR_{\text{li. Bein min.}} \times 100}{RR_{\text{li. Arm}}}$$

500 Werte, die in Spalte 3 der Tabelle (siehe 2.5.0.) eingetragen werden.



## Kurve II





### Erläuterungen zu Kurve II

Für die linke Extremität kann man das Schaubild ebenfalls in 3 Gruppen aufteilen :

Gruppe 1 : Ca. 25 % der Patienten haben an der linken unteren Extremität einen Druck, der zwischen 8 - 19 % des Druckes der oberen Extremität beträgt. Die Patienten leiden überwiegend an einer AVK in den Stadien III-IV.

Gruppe 2 : Mit über 65 % der Probanden ist diese Gruppe die größte. Man findet Drucke der Beine zwischen 25 bis 100 % der Armdrucke. Es handelt sich meist um AVK-Kranke in den Stadien II-III.

Gruppe 3 : Weniger als 10 % der Untersuchten haben an den Beinen einen Blutdruck, der über dem der Arme liegt. Hier findet man Patienten mit AVK im Stadium I oder mit Mediasklerose.

### 3.1.3. Gesamtübersicht Armdruck : Beindruck

#### Kurve III und Erläuterung

Für diese Kurve wird aus dem systolischen Blutdruck des rechten und des linken Armes der Mittelwert errechnet, dieser gleich 100 % gesetzt und als "Istwert-Arme" in die Kurve eingetragen.

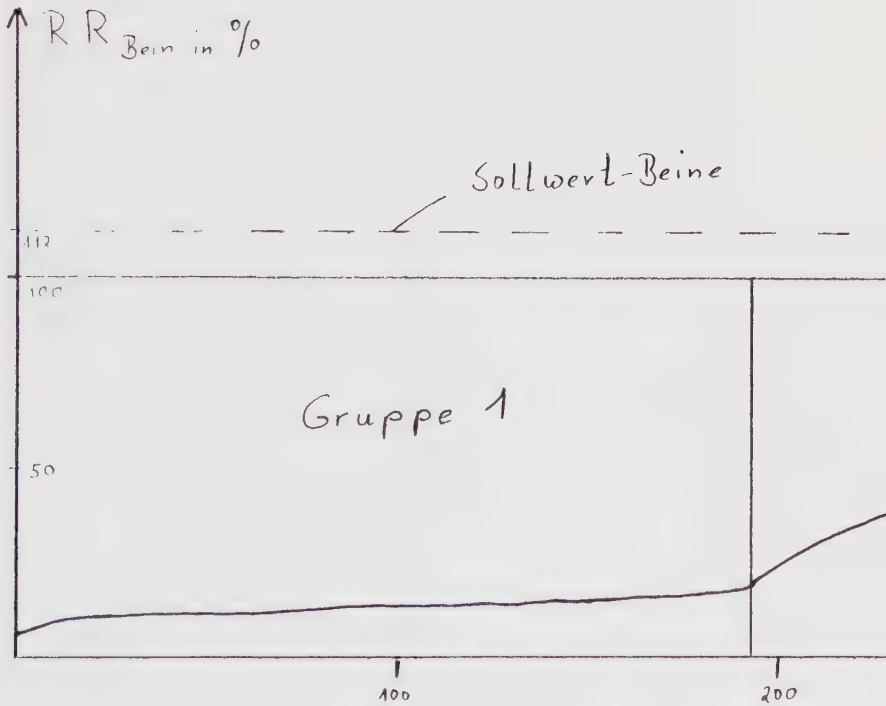
An den Beinen wurden insgesamt 4 Blutdruckwerte gemessen. Von diesen wird für die vorliegende Kurve der niedrigste Wert berücksichtigt. Für ihn wird der auf den Armdruck (gleich 100 %) bezogene Prozentwert für das Bein errechnet und als "Istwert-Beine" in die Kurve eingetragen. Die Rechnung erfolgt nach der Formel :

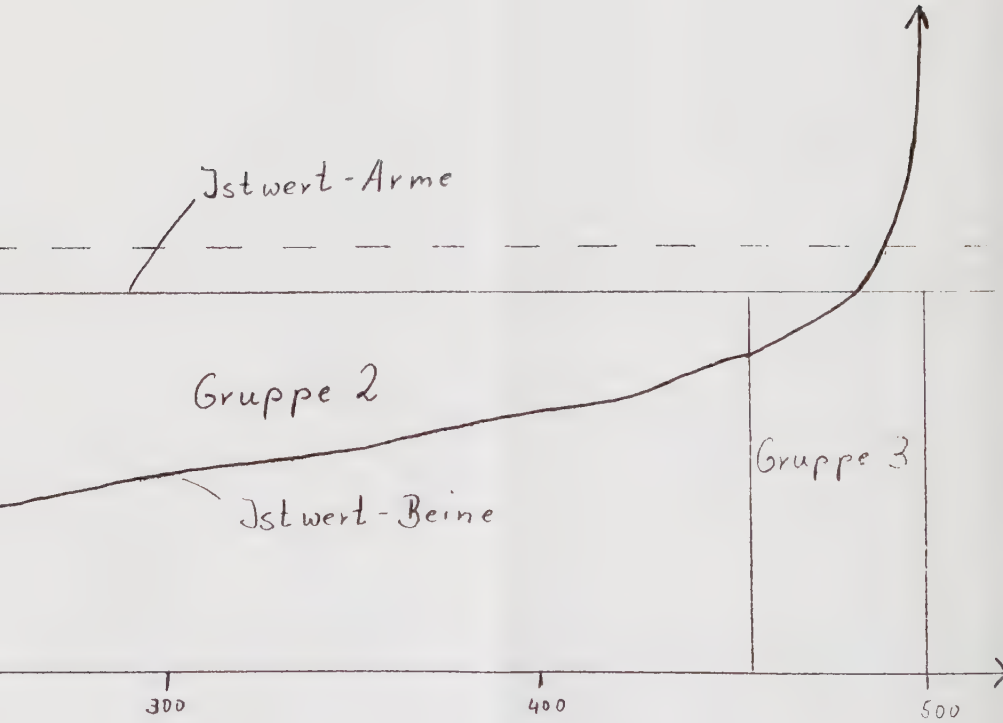
$$\text{RR}_{\text{unt. Extremität in \%}} = \frac{\text{RR}_{\text{Bein min.}} \times 100}{\text{RR}_{\text{Arm-Mittelwert}}} .$$

Alle auf diese Weise ermittelten Prozentwerte werden in Spalte 1 der Tabelle (siehe 2.5.0.) eingetragen.



# Kurve III





### Erläuterungen zu Kurve III

Bei dieser, die Blutdruckverhältnisse der oberen und der unteren Extremität darstellenden Gesamtübersichts-Kurve kann man ebenfalls eine Unterteilung in 3 Gruppen vornehmen :

Gruppe 1 : Hierbei handelt es sich um fast 40 % der Patienten, deren Blutdrucke der unteren Extremität zwischen 8 und 19 % des jeweiligen Armdruckes betragen, d.h. bei allen diesen Patienten finden sich erhebliche Veränderungen des Extremitätendruckes der Beine, ohne daß man Blutdruckveränderungen an der oberen Extremität finden kann.

Es handelt sich bei diesen Patienten überwiegend um AVK-Kranke in den Stadien III und IV.

Gruppe 2 : Mit über 50 % aller Patienten ist diese Gruppe, bei der die Blutdruckwerte der Beine zwischen 21 und 83 % bezogen auf den Druck der Arme liegen, die größte. Obwohl sich die Blutdruckwerte der Beine, die sich im Mittel bei 50 % der Armdrucke bewegen, langsam den Werten der oberen Extremität nähern, kann man daraus nicht den Schluß ziehen, daß es zu Veränderungen des Druckes der oberen Extremität kommt, da alle Armdrucke auch in dieser Gruppe im Bereich der Norm liegen (alle über 100 mm Hg).

Es handelt sich bei dieser Patientengruppe überwiegend um Patienten mit AVK in den Stadien II und III.

Gruppe 3 : Bei dieser Gruppe, die mit weniger als 10 % die kleinste ist, handelt es sich um Patienten im Stadium I der AVK mit nur geringen Blutdruckveränderungen an den Beinen oder, bei Werten oberhalb von 100 %, meist um Patienten mit Mediasklerose. Auch in dieser Gruppe bewegen sich die Armdrucke im Bereich der Norm, wobei als niedrigster Wert 100 mm Hg und bei Hypertonikern Werte bis 280 mm Hg gemessen wurden.



### 3.1.4. Zusammenfassung Kurven I-III

Zusammenfassend für die Kurven I-III kann man sagen, daß sich bei ca. 10 - 15 % der untersuchten Personen die Blutdrucke der Arme nur geringfügig von denen der Beine unterscheiden oder, bei Mediasklerose, erheblich niedriger sind als die Beindrucke.

Nur 1 % der Patienten weisen an der oberen Extremität einen Blutdruck auf, den man als erniedrigt betrachten kann, nämlich kleiner als 100 mm Hg. Bei den übrigen Patienten der Gruppe 3 handelt es sich um AVK-Kranke im Stadium I oder um Mediasklerose.

Nachstehend die 5 Patienten, bei denen der systolische Arm-druck unter 100 mm Hg liegt :

| lfd.<br>Nr. | Pat.<br>Nr. | Name | Geb.     | Diagn. | A.br.<br>re/li | A.d.p.<br>re/li | A.t.p.<br>re/li | AVK | R   | Bemerkungen | 1   | 2 | 3                           |     |     |     |
|-------------|-------------|------|----------|--------|----------------|-----------------|-----------------|-----|-----|-------------|-----|---|-----------------------------|-----|-----|-----|
| 40          | 1189/<br>82 | E.G. | 28.12.24 | 1,17   | 90             | 85              | 60              | 80  | 70  | 70          | IIb | - | -                           | 67  | 67  | 82  |
| 76          | 798/<br>82  | J.R. | 31.12.04 | 1,15   | 95             | 95              | 100             | 100 | 190 | 95          | IIb | - | MS re,<br>Ext.St.bds,       | 100 | 105 | 100 |
| 222         | 862/<br>81  | E.H. | 15.8.29  | 1,3    | 140            | 80              | 90              | 140 | 90  | 95          | IIb | R | Subcl.St.li,<br>Ext.St.bds, | 64  | 64  | 112 |
| 287         | 327/<br>81  | H.H. | 29.4.98  | 1      | 100            | 95              | 70              | 70  | 90  | 100         | IIb | R | -                           | 70  | 70  | 74  |
| 382         | 94/<br>80   | R.C. | 22.1.19  | 1,3,7  | 125            | 90              | Ø               | 115 | Ø   | 70          | IIb | R | Ext.St.bds.                 | 16  | 16  | 78  |

Erklärung der Abkürzungen Spalte Diagnosen : siehe Seite 6

Erklärung der Abkürzungen Spalte Bemerkungen : siehe Seite 8

Von diesen 5 Patienten haben 3 eine Externa Stenose beidseits, ein Patient hat noch zusätzlich eine Subclavia Stenose links. Einer der hier aufgeführten Patienten leidet an einer Riesenzellarteriitis. Bei dem 5. Patienten ist außer einem niedrigen Blutdruck zusätzlich zur AVK der Beine im Stadium IIb nichts bekannt.



### 3.2.0. Erstellung der Kurven IV-VII

In den nachfolgenden 4 Kurven wird auf die wichtigsten Risikofaktoren der Arteriosklerose eingegangen. Es soll versucht werden, einen Zusammenhang zwischen Risikofaktoren 1. Ordnung mit arteriosklerotischen Veränderungen der Beine und einer eventuellen AVK der Arme aufzuzeigen.

Verschiedene Autoren haben die Risikofaktoren der AVK beschrieben (3,4,5,6,7), und alle sind sich darüber einig, daß die Hyperlipoproteinämie, der Diabetes mellitus, der Nikotinabusus und die Hypertonie zu den wichtigsten Risikofaktoren für das Entstehen einer AVK gehören.

Für die Kurven IV-VII werden aus der Tabelle (siehe 2.5.0.) nacheinander alle Patienten mit den o.a. Risikofaktoren herausgesucht. Die Prozentzahlen in Spalte 1 der Tabelle, die den systolischen Beindruck bezogen auf den Armdruck angeben, werden nach steigender Wertigkeit sortiert und in die entsprechenden Kurven eingetragen.

Hier gilt für alle 4 Kurven die Berechnungsformel :

$$RR_{\text{Bein in \%}} = \frac{RR_{\text{Bein min.}} \times 100}{RR_{\text{Arm-Mittelwert}}}$$

Der systolische Armdruck wird gleich 100 % gesetzt und als "Istwert-Arme" bezeichnet, der in Prozent ausgedrückte systolische Beindruck wird mit "Istwert-Beine" beschriftet, als "Sollwert-Beine" wird bei 112 % des Armdruckes eine Linie in jede Kurve eingezeichnet. Sie entspricht etwa dem systolischen Beindruck beim Arterienegesunden.



### 3.2.1. Hyperlipoproteinämie

#### Kurve IV und Erläuterung

Bei der peripheren Arteriosklerose findet man bei ca. 36 % der Patienten eine Hyperlipoproteinämie. Es kommen bevorzugt die Typen III und IV vor; der Typ III tritt nur als familiäre Form auf. Der Typ IV ist mit 70 % die häufigste Form aller Hyperlipoproteinämien. Hierbei sind die VLDL erhöht. Sie werden in der Leber gebildet und dienen dem Transport von Triglyceriden (1,4).

Es konnte gezeigt werden, daß die Hyperlipoproteinämie erhebliche Endothelveränderungen auslöst (8).

Aus der Tabelle (siehe 2.5.0., Spalte 1) wurden insgesamt 179 Patienten, die an einer AVK der Beine leiden und gleichzeitig den Risikofaktor Hyperlipoproteinämie aufweisen, herausgesucht.

Die Erstellung der Kurve IV "Hyperlipoproteinämie" erfolgt entsprechend den Angaben unter 3.2.0.

Es soll versucht werden, aufzuzeigen, ob sich bei Patienten, die sowohl an einer AVK der Beine als auch dem Risikofaktor Hyperlipoproteinämie leiden, gleichzeitig mit den Blutdruckveränderungen an der unteren Extremität auch derartige Veränderungen an der oberen Extremität finden lassen; das wäre ein Hinweis dafür, daß sich die periphere AVK unter bestimmten Voraussetzungen (Risikofaktoren) auch an den Armen manifestiert.



↑ RR Bein min. in %

112

100

50

Sollwert-Beine

Istwert-Arme

Gruppe 2

Gruppe 1

Istwert-Beine

Gruppe 3

50

100

150

179

→ Anzahl  
d. Patienten

Kurve IV

- 20 -



#### Erläuterung zu Kurve IV "Hyperlipoproteinämie"

Nach dem Auftragen aller Werte kann man auch bei der Kurve IV eine Unterteilung in 3 Gruppen vornehmen :

Gruppe 1 : Ca. 35 % der Patienten haben bei einem Blutdruck von 100 % an den Armen an der unteren Extremität lediglich einen Druck von nur 10 - 20 %. Diese Patienten leiden an einer AVK in den Stadien III-IV.

Gruppe 2 : Ca. 55 % der Probanden weisen an der unteren Extremität einen Blutdruck auf, der im Mittel etwa 50 % des Blutdruckes der oberen Extremität beträgt. Die Patienten haben überwiegend eine AVK in den Stadien IIa-III.

Gruppe 3 : Weniger als 10 % der hier untersuchten 179 Patienten weisen einen annähernd gleichen Druck der unteren und der oberen Extremität auf, wobei der Beindruck dieser Probanden zwischen 85 und 121 % des Armdruckes liegt. Bei diesen Patienten handelt es sich um AVK-Kranke in den Stadien I-IIa oder um Mediasklerose.

Nachstehend werden die 13 Patienten der Gruppe 3, die aus der Tabelle (2.5.0.) herausgesucht wurden, in einer neuen Tabelle zusammengefaßt, um ihre Blutdruckverhältnisse an der oberen und der unteren Extremität zu vergleichen.

Es handelt sich in keinem Fall um signifikant niedrige Blutdrucke der oberen Extremität. Die niedrigsten Werte finden sich bei dem Patienten mit der Nr. 122 mit einem systolischen Blutdruck von 110 mm Hg an beiden Armen. Bei diesem Patienten handelt es sich um eine AVK im Stadium I des linken Beines mit einem Druck von 100 mm Hg, gemessen an der Arteria dorsalis pedis links.



| lfd.<br>Nr. | Pat.<br>Nr. | Name | Geb.     | Diagn.           | A.br.<br>re/li | A.d.p.<br>re/li | A.t.p.<br>re/li | AVK | R | Bemerkungen | 1   | 2   | 3   |
|-------------|-------------|------|----------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----|---|-------------|-----|-----|-----|
| 27          | 1249/<br>82 | A.S. | 8,12,16  | 1,3,4,<br>7,16   | 140145         | 210190          | 175180          | II  | - | MS          | 121 | 125 | 121 |
| 36          | 1206/<br>82 | R.H. | 3,10,34  | 1,3,4,<br>9,16   | 140135         | 150150          | 140145          | I   | R | -           | 100 | 100 | 107 |
| 42          | 1177/<br>82 | H.W. | 7,12,14  | 1,2,4,<br>5      | 160160         | 145180          | 190185          | II  | R | MS          | 91  | 91  | 113 |
| 46          | 1147/<br>82 | J.S. | 17,24,0  | 1,3,4,<br>16     | 140140         | 135155          | 155135          | I   | - | -           | 96  | 96  | 96  |
| 91          | 1468/<br>82 | M.S. | 3,7,35   | 1,4,9            | 150160         | 160170          | 150150          | I   | - | -           | 94  | 100 | 94  |
| 122         | 1499/<br>82 | G.K. | 10,11,3  | 1,3,4            | 110110         | 115100          | 120120          | I   | R | -           | 91  | 105 | 91  |
| 166         | 1266/<br>81 | A.S. | 16,8,11  | 1,2,4,<br>6,9,13 | 200210         | 190180          | 180180          | IIa | - | -           | 86  | 90  | 86  |
| 183         | 1118/<br>81 | I.H. | 6,3,29   | 1,3,4,<br>7,9,10 | 120130         | 150130          | 140125          | I   | - | -           | 96  | 117 | 96  |
| 223         | 858/<br>81  | T.S. | 29,5,97  | 1,2,4,<br>7,9    | 190180         | 200240          | 250250          | II  | - | MS          | 105 | 105 | 133 |
| 233         | 722/<br>81  | K.S. | 28,8,10  | 1,3,4            | 140130         | 190170          | 130140          | IIa | - | MS          | 93  | 93  | 108 |
| 399         | 509/<br>80  | G.D. | 4,8,03   | 1,2,3,<br>4,7,9  | 180185         | 210180          | 200170          | I   | - | MS          | 92  | 111 | 92  |
| 426         | 263/<br>83  | H.M. | 16,3,35  | 1,2,4            | 180170         | 180160          | 180160          | I   | - | MS          | 89  | 89  | 89  |
| 485         | 643/<br>83  | M.S. | 10,11,27 | 1,4,6,<br>9      | 140130         | 120180          | 120120          | I   | - | MS          | 85  | 85  | 92  |

Erklärung der Abkürzungen Spalte Diagnosen : siehe Seite 6

Erklärung der Abkürzungen Spalte Bemerkungen : siehe Seite 8



Zusammenfassend kann man für den Fall der Hyperlipoproteinämie sagen, daß alle die Patienten, die gravierende arteriosklerotische Veränderungen an den Beinen zeigen, und hierbei handelt es sich um mehr als 90 % der Untersuchten, keinerlei Blutdruckveränderungen an den Armen im Sinne einer Arteriosklerose aufweisen. Bei keinem dieser Patienten ist eine AVK der Arme bekannt.

Bei den restlichen knapp 10 % der Probanden unterscheidet sich zwar der Blutdruck der Arme nur wenig von dem der Beine oder ist sogar an der unteren Extremität höher. Bei diesen Patienten kann man wegen des Stadiums I der AVK noch keinen signifikanten Blutdruckabfall an den Beinen feststellen oder aber es handelt sich um Patienten mit Mediasklerose. Auch hier liegt kein Fall von AVK der Arme vor.

Zwei der 179 hier untersuchten Patienten haben Veränderungen an den Gefäßen der oberen Extremität, jedoch ohne Blutdruckveränderungen :

Patient Nr. 10 leidet an einer Periarteriitis nodosa, ebenso an einer AVK der Beine im Stadium III und einer Hyperlipoproteinämie; der systolische Armdruck liegt jedoch bei 155 mm Hg; Patient Nr. 492 hat neben einer AVK im Stadium IIb, einer Hyperlipoproteinämie, einer koronaren Herzkrankheit noch einen Morbus Raynaud links. Auch hier liegen die systolischen Drucke der Arme mit 150 mm Hg beidseits im Bereich der Norm.

### 3.2.2. Diabetes mellitus

#### Kurve V und Erläuterung

Es ist bekannt, daß Diabetiker vorzeitig und verstärkt an einer Arteriosklerose der unteren Extremität und besonders der distalen Abschnitte erkranken. Nahezu 70 % der an Diabetes mellitus Erkrankten weisen eine Angiopathia diabetica auf (7, 11, 12, 13, 14).

Man unterscheidet 2 Arten der Gefäßschädigung :

1. Die diabetische Makroangiopathie = Sklerose der mittleren und großen Arterien und

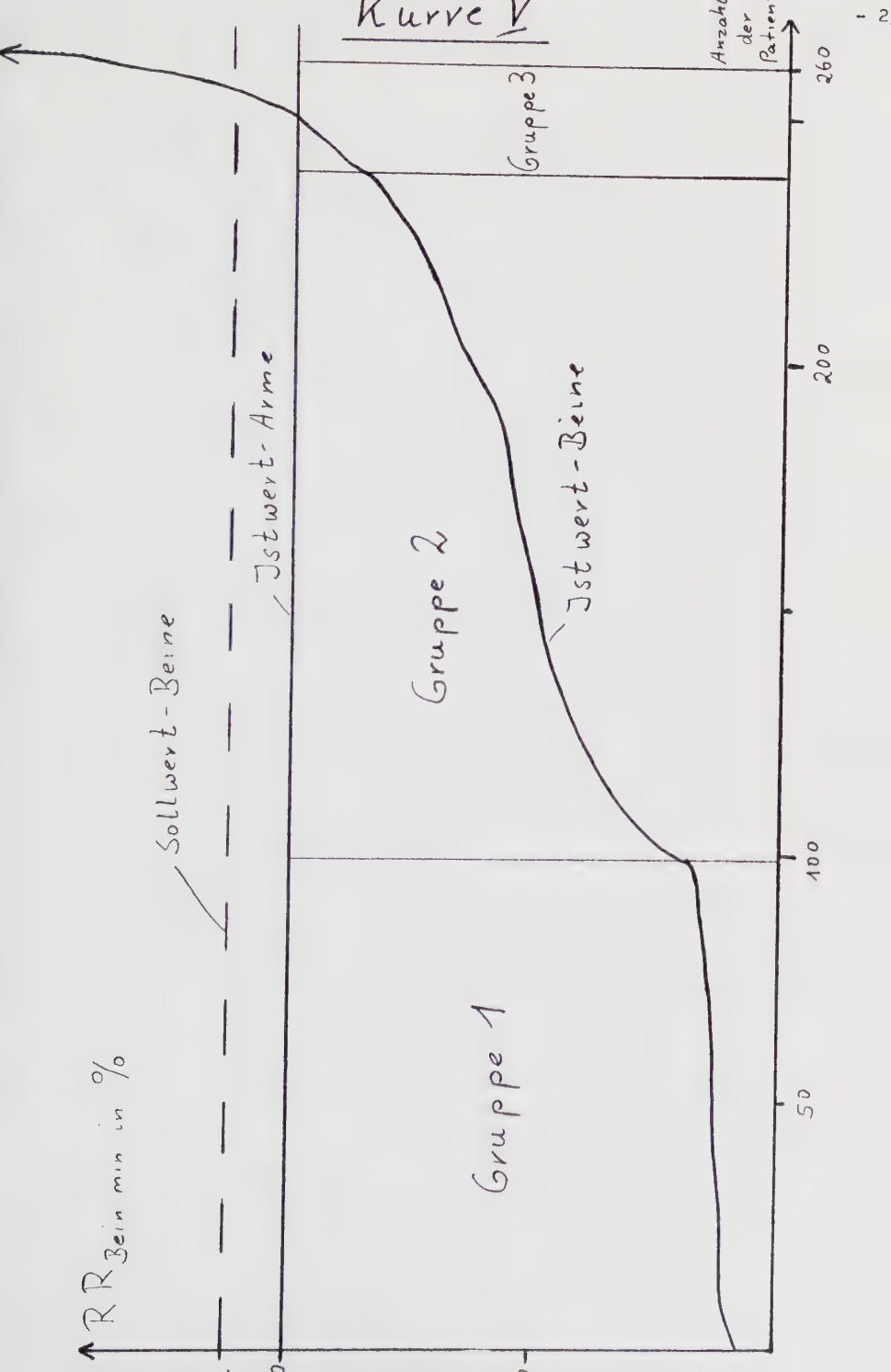


2. die diabetische Mikroangiopathie = arteriosklerotische Veränderungen der Arteriolen und der Endstrombahn im Sinne einer gesteigerten Kapillarresistenz, wobei letzterer für die Arteriosklerose der Peripherie die größere Bedeutung zukommt.

In der vorliegenden Arbeit wurden aus den 500 untersuchten Personen nur diejenigen mit manifestem Diabetes mellitus herausgesucht. Dabei wurden 260 Diabeteskranke ermittelt, was einem Prozentsatz von 52 % entspricht. Für diese 260 Patienten wird gemäß den Angaben unter 3.2.0. die Kurve V "Diabetes mellitus" erstellt. Es gilt die Formel :

$$RR_{\text{Bein min. in \%}} = \frac{RR_{\text{Bein min.}} \times 100}{RR_{\text{Arm-Mittelwert}}} .$$







### Erläuterung zu Kurve V "Diabetes mellitus"

Es wird ebenso wie bei der Erstellung der Kurve IV "Hyperlipoproteinämie" vorgegangen. Für die ermittelten 260 Patienten, die den Risikofaktor Diabetes mellitus aufweisen, wird aus den beiden systolischen Armdruckwerten der Mittelwert errechnet und gleich 100 % gesetzt.

Für alle 260 Patienten, die auf der Abszisse nach steigender Prozentzahl ihrer Beindruckwerte aufgetragen werden, ergibt sich bei 100 % auf der Ordinate der "Istwert-Arme".

Zur Orientierung und zum Vergleich wird wieder bei 112 % der "Sollwert-Beine" in das Koordinatensystem eingetragen, was dem Blutdruck des Arteriengesunden an der unteren Extremität entspricht.

Der niedrigste der gemessenen Beindrucke wird in Bezug zum Armdruck gebracht und in Prozent des als 100 % gesetzten Armdruckes ausgedrückt, was in der Kurve dem "Istwert-Beine" entspricht.

Auf diese Weise soll der Versuch unternommen werden, nachzuweisen, ob sich bei massiver Blutdruckerniedrigung an den Beinen nicht auch eine Erniedrigung des Armblutdruckes feststellen läßt, d.h. ob gleichzeitig mit der AVK der Beine auch eine AVK der Arme vorliegt.

Man kann bei der Kurve V, ebenso wie bei den vorangegangenen, eine Unterteilung in 3 Gruppen vornehmen :

Gruppe 1 : Ca. 40 % der hier untersuchten 260 Patienten haben bei einem normalen oder erhöhten systolischen Blutdruck der Arme an der unteren Extremität lediglich einen Druck, der zwischen 8 und 20 % des Armdruckes liegt. Bei diesen Patienten handelt es sich überwiegend um AVK-Kranke in den Stadien III-IV, wobei Übergänge bis zum Stadium IIB möglich sind.

Gruppe 2 : Ca. 50 % der Probanden weisen an der unteren



Extremität nur einen Blutdruck von rund 50 % des Armdruckes auf. Bei ihnen liegt eine AVK in den Stadien IIa-III vor.

Gruppe 3 : Nur etwa 8 % der Patienten, nämlich 23 Personen, haben an Armen und Beinen einen annähernd gleichen Blutdruck, wobei 8 Patienten an der unteren Extremität einen wesentlich höheren Blutdruck aufweisen als an der oberen. Die Prozentwerte für die Bein-drucke schwanken zwischen 85 und 200 % der Arm-drucke. In dieser Gruppe handelt es sich um Patienten mit AVK in den Stadien I-II. Ausnahme bilden zwei Personen, die eine AVK im Stadium IV haben (siehe Tabelle Seite 28, Patient Nr. 212 und 459).

Nachstehend werden alle 23 Patienten der Gruppe 3 aus der Tabelle 2.5.0. herausgesucht und in einer neuen Tabelle zusammengefaßt, um bei ihnen die Blutdruckverhältnisse der Arme und Beine zu vergleichen.

Es handelt sich in keinem Fall um deutlich erniedrigte Blutdrucke der Arme. Die niedrigsten Blutdrucke finden sich bei Patient Nr. 503 : Er weist einen systolischen Armdruck von

100 bzw. 110 mm Hg auf. Bei diesem Patienten liegt eine AVK im Stadium I des rechten Beines vor, wobei der Druck an der Arteria dorsalis pedis und Arteria tibialis posterior jeweils 110 mm Hg beträgt.

Patient Nr. 222 : Bei ihm ist aufgrund einer Subclavia Stenose der Druck am linken Arm auf 80 mm Hg erniedrigt, während der Druck am rechten Arm 140 mm Hg beträgt.

Angaben zur Tabelle Seite 28 :

Erklärung der Abkürzungen Spalte Diagnosen : siehe Seite 6

Erklärung der Abkürzungen Spalte Bemerkungen : siehe Seite 8



| lfd.<br>Nr. | Pat.<br>Nr. | Name | Geb.     | Diagn.           | A.br.<br>re/li | A.d.p.<br>re/li | A.t.p.<br>re/li | AVK | R | Bemerkungen               | 1   | 2   | 3   |
|-------------|-------------|------|----------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----|---|---------------------------|-----|-----|-----|
| 13          | 1350/<br>82 | O.K. | 14820    | 1,3,5,<br>7      | 140140         | 175160          | 170165          | IIb | R | -                         | 114 | 121 | 114 |
| 23          | 1259/<br>82 | B.A. | 28,10,12 | 1,3,7,<br>13     | 165170         | 300230          | 270300          | II  | - | MS                        | 121 | 125 | 124 |
| 27          | 1249/<br>82 | A.S. | 8,12,11  | 1,3,4,<br>7,16   | 140145         | 210190          | 175180          | II  | - | MS                        | 135 | 139 | 159 |
| 31          | 1220/<br>82 | K.S. | 17,156   | 1,2,3,<br>16     | 195190         | 205190          | 195190          | II  | R | MS                        | 97  | 100 | 100 |
| 36          | 1206/<br>82 | R.H. | 3,10,34  | 1,3,4,<br>9,16   | 140135         | 150150          | 140145          | I   | R | -                         | 100 | 100 | 107 |
| 46          | 1147/<br>82 | J.S. | 17240    | 1,3,4,<br>16     | 140140         | 135155          | 155135          | I   | - | -                         | 96  | 96  | 96  |
| 49          | 1131/<br>82 | H.H. | 28,10,11 | 1,3,16           | 100100         | 130135          | 140140          | I   | R | MS                        | 130 | 130 | 135 |
| 56          | 1066/<br>82 | H.L. | 13,9,11  | 1,2,3,<br>14,16  | 220210         | 240260          | 270260          | II  | - | MS                        | 109 | 109 | 124 |
| 122         | 1499/<br>82 | G.K. | 10,1,13  | 1,3,4            | 110110         | 115110          | 120120          | I   | R | -                         | 91  | 105 | 91  |
| 172         | 1196/<br>81 | F.Z. | 27,9,13  | 1,3,6,<br>8      | 140150         | 170190          | 170170          | II  | - | MS                        | 113 | 121 | 113 |
| 183         | 1118/<br>81 | I.H. | 6,3,29   | 1,3,4,<br>7,9,10 | 120130         | 150130          | 140125          | I   | - | -                         | 96  | 117 | 96  |
| 212         | 940/<br>81  | T.W. | 10,3,98  | 1,3,7,<br>18,20  | 140130         | 240190          | 240160          | IV  | - | MS                        | 114 | 171 | 123 |
| 222         | 862/<br>81  | E.H. | 15,8,29  | 1,3              | 140 80         | 90140 90        | 95              | IIb | - | Subel.St.li<br>Ext.St.bds | 64  | 64  | 112 |
| 233         | 722/<br>81  | K.S. | 28,8,10  | 1,3,4            | 140130         | 190170          | 130140          | IIa | - | MS                        | 93  | 93  | 108 |
| 399         | 509/<br>80  | G.D. | 4,8,03   | 1,2,3,<br>4,7,9  | 180185         | 210180          | 200170          | I   | - | MS                        | 92  | 111 | 92  |
| 402         | 443/<br>80  | M.S. | 7,7,18   | 1,2,3,<br>7      | 220225         | 210220          | 20210           | I   | - | -                         | 93  | 95  | 93  |
| 441         | 483/<br>83  | G.P. | 24,7,00  | 1,2,3            | 185175         | 165170          | 180185          | I   | - | -                         | 89  | 89  | 97  |
| 450         | 425/<br>83  | M.B. | 4,1,44   | 1,3,20           | 120115         | 140180          | 165180          | I   | R | MS                        | 117 | 117 | 157 |
| 459         | 545/<br>83  | U.L. | 16,12,14 | 1,3,20           | 150155         | 170180          | 160160          | IV  | R | MS                        | 103 | 107 | 103 |
| 490         | 691/<br>83  | K.M. | 7,7,38   | 1,3,20           | 135135         | 145125          | 145125          | I   | R | -                         | 93  | 107 | 93  |
| 503         | 891/<br>83  | D.L. | 31,10,35 | 1,3              | 100110         | 110140          | 110140          | I   | - | -                         | 100 | 110 | 127 |
| 8a          | 929/<br>83  | G.B. | 14,4,05  | 1,3              | 130140         | 280300          | 280300          | IIa | - | MS                        | 200 | 152 | 14  |
| 6a          | 945/<br>83  | J.Z. | 16,12,15 | 1,3,7            | 140140         | 145140          | 145260          | I   | R | MS                        | 100 | 103 | 100 |



Zusammenfassend kann man für die 260 Patienten mit dem Risikofaktor Diabetes mellitus sagen, daß wiederum mehr als 90 % der hier untersuchten Patienten erheblich verminderte Blutdrucke an den Beinen aufweisen, die den Stadien II-IV der peripheren AVK entsprechen. Diese Patienten weisen jedoch keine signifikanten Blutdruckveränderungen der Arme auf, die arteriosklerotische Veränderungen der oberen Extremität wahrscheinlich erscheinen lassen.

Bei den restlichen 8 % der Probanden unterscheidet sich der Blutdruck der Arme nur wenig von dem der Beine oder liegt sogar erheblich darunter. Diese Tatsache darf jedoch nicht zu dem Schluß führen, daß es sich um eine AVK der oberen Extremität handelt.

In nur einem Fall ist der systolische Armdruck wegen einer Subclaviastenose links deutlich erniedrigt, sonst liegen die Drucke zwischen 100 und 220 mm Hg. Bei diesen Patienten kommt es entweder wegen des Stadiums I der AVK zu keinen deutlichen Blutdruckunterschieden zwischen Armen und Beinen, oder es liegt eine Mediasklerose vor mit deutlich erhöhten Beindrucken. In keinem dieser Fälle ist eine AVK der Arme erkennbar.

Zwei der hier untersuchten Patienten haben eine AVK im Stadium IV, sie passen somit nicht in die bisherige Gruppeneinteilung. Bei ihnen liegt aufgrund der diabetischen Mikroangiopathie eine Durchblutungsstörung mit Ulcus bzw. Gangrän vor. Beide Patienten haben, bedingt durch eine Mediasklerose, hohe systolische Beindrücke; auch sie weisen keine AVK der Arme auf. Ihre Armdrucke liegen bei 150 bzw. 135 mm Hg und sind somit im Bereich der Norm.

Von den 260 Diabetikern haben 3 Patienten zusätzlich zu ihrer AVK der Beine Gefäßveränderungen an der oberen Extremität, jedoch ohne Blutdruckabfall :

Patient Nr. 10 leidet neben einer AVK im Stadium III an einer Periarteriitis nodosa; der systolische Armdruck liegt bei 155 bzw. 160 mm Hg.



Patient Nr. 222 hat eine Subclavia Stenose links, außerdem eine Externa Stenose beidseits, der Druck des linken Armes ist mit 80 mm Hg deutlich herabgesetzt. Am rechten Arm hat der Patient einen systolischen Blutdruck von 140 mm Hg; dieser Patient leidet an einer AVK der Beine im Stadium IIb.

Patient Nr. 424 hat neben seiner AVK im Stadium I auch eine Subclavia Stenose links mit Blutdruckwerten an den Armen von 125 mm Hg links und 160 mm Hg rechts. Auch hier findet sich kein Hinweis für eine AVK der Arme.

Der oben erwähnte Patient Nr. 222 ist überdies der einzige Fall von allen bisher untersuchten, bei dem sich gleichzeitig zur Blutdruckminderung an den Beinen auch ein deutlich erniedrigter Blutdruck (80 mm Hg) an der linken oberen Extremität finden läßt.

### 3.2.3. Nikotinabusus

#### Kurve VI und Erläuterung

Das Risiko eines Rauchers, der 20 Zigaretten pro Tag raucht, an einer AVK zu erkranken, ist doppelt so hoch wie das eines Nichtraucher. Bei mehr als 20 Zigaretten pro Tag steigt das Risiko überproportional auf das Dreifache an. Besonders die Kombination mit Hypercholesterinämie erhöht das Risiko auf das Sechsfache (1). Vor allem Männer, bevorzugt im jugendlichen und mittleren Alter, sind stark gefährdet (7).

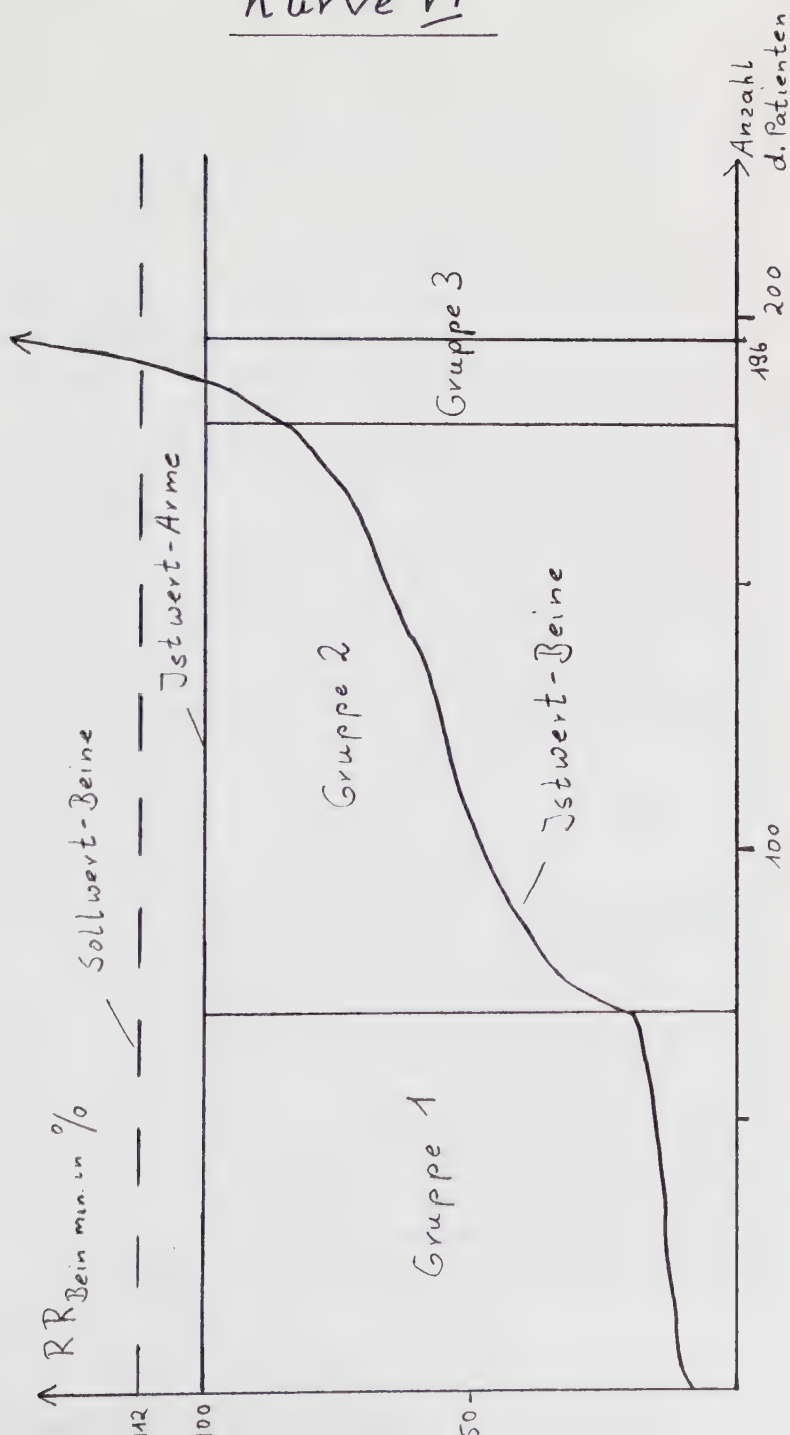
Von den in dieser Arbeit untersuchten 500 Personen waren, nach ihren eigenen Angaben, zum Zeitpunkt der Untersuchung 195 Raucher, wobei die Patienten, die früher geraucht haben, nicht mit erfaßt wurden.

Für diese 195 Patienten wurde nach der folgenden Formel die Kurve VI "Nikotinabusus" erstellt :

$$RR_{\text{Bein min. in \%}} = \frac{RR_{\text{Bein min.}} \times 100}{RR_{\text{Arm-Mittelwert}}}$$



# Kurve VI





### Erläuterung zu Kurve VI "Nikotinabusus"

Die Mittelwerte der beiden systolischen Blutdruckwerte der Arme werden gleich 100 % gesetzt und als "Istwert-Arme" in die Kurve eingetragen.

Als "Istwert-Beine" werden die gemessenen und in Prozent, bezogen auf den Armdruck, umgerechneten niedrigsten Beindrücke aller Patienten, die zum Zeitpunkt der Untersuchung nach eigenen Angaben rauchten, aus Tabelle 2.5.0. entnommen, nach steigender Wertigkeit sortiert und auf der Ordinate des Schemas aufgetragen.

Auf der Abszisse werden die ermittelten 196 Raucher eingezeichnet, wobei hier die steigenden Prozentzahlen berücksichtigt werden.

Als Orientierung wurde unter "Sollwert-Beine" bei 112 % eine Gerade eingezeichnet, die dem Blutdruck des Arterien-gesunden an den Beinen entspricht.

Mit dieser Kurve VI soll gezeigt werden, ob es bei AVK der Beine mit erniedrigten Drücken an der unteren Extremität gleichzeitig auch Blutdruckveränderungen an der oberen Extremität gibt.

Nach dem Erstellen dieser Kurve kann man auch hier wieder eine Unterteilung in 3 Gruppen vornehmen :

Gruppe 1 : Ca. 35 % der Patienten haben an den Beinen einen Blutdruck, der zwischen 8 und 20 % des Armdruckes liegt. Bei diesen Patienten handelt es sich um AVK-Kranke in den Stadien III-IV.

Gruppe 2 : Ca. 55 % der Untersuchten weisen an der unteren Extremität Blutdrucke zwischen 21 und 84 % des Armdruckes auf. Bei diesen Patienten liegt überwiegend eine AVK in den Stadien II-III vor.

Gruppe 3 : Weniger als 10 % der Raucher, nämlich nur 16 Personen, haben an der oberen und unteren Extremität entweder einen annähernd gleichen Blutdruck oder aber an den Beinen einen Druck, der



über dem der Arme liegt. Es wurden Werte zwischen 85 und 131 % errechnet. Bei diesen Patienten handelt es sich um AVK-Kranke im Stadium I oder um Mediasklerose.

Nachstehend soll für die 16 Patienten der Gruppe 3 mit Hilfe der Tabelle unter 2.5.0. eine neue Tabelle erstellt werden, um dort ihre Blutdruckverhältnisse der Arme und Beine vergleichen zu können :

| lfd. Nr. | Pat. Nr.    | Name | Geb.     | Diagn.           | A.br. re/li | A.d.p. re/li | A.t.p. re/li | AVK | R   | Bemerkungen | 1   | 2 | 3                       |     |     |     |
|----------|-------------|------|----------|------------------|-------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------|-----|---|-------------------------|-----|-----|-----|
| 13       | 1350/<br>82 | O.K. | 14.8.20  | 1,3,5,7          | 140         | 140          | 175          | 160 | 170 | 165         | IIb | R | -                       | 114 | 121 | 114 |
| 19       | 1285/<br>82 | A.S. | 14.10.28 | 1,12             | 105         | 110          | 120          | 130 | 130 | 140         | I   | R | MS                      | 109 | 114 | 109 |
| 31       | 1220/<br>82 | K.S. | 17.1.56  | 1,2,3,16         | 195         | 190          | 205          | 190 | 195 | 190         | I   | R | MS                      | 97  | 100 | 100 |
| 36       | 1206/<br>82 | R.H. | 3.10.34  | 1,3,4,9,16       | 140         | 135          | 150          | 150 | 140 | 145         | I   | R | -                       | 100 | 100 | 107 |
| 42       | 1177/<br>82 | H.W. | 7.12.14  | 1,2,4,5          | 160         | 160          | 145          | 180 | 190 | 185         | I   | R | MS                      | 91  | 91  | 113 |
| 43       | 1173/<br>82 | K.Z. | 14.4.04  | 1,18             | 130         | 130          | 220          | 210 | 170 | 170         | II  | R | MS                      | 131 | 131 | 131 |
| 49       | 1131/<br>82 | H.H. | 28.10.11 | 1,3,16           | 100         | 100          | 130          | 135 | 140 | 140         | I   | R | MS                      | 130 | 130 | 135 |
| 100      | 510/<br>82  | O.H. | 1.12.17  | 1                | 120         | 110          | 110          | 120 | 110 | 110         | I   | R | -                       | 92  | 92  | 100 |
| 120      | 1491/<br>82 | M.H. | 17.12.51 | 1,21             | 130         | 140          | 145          | 150 | 145 | 150         | I   | R | Z.n. Sympath<br>ektomie | 104 | 112 | 107 |
| 122      | 1499/<br>82 | G.K. | 10.1.13  | 1,3,4            | 110         | 110          | 115          | 100 | 120 | 120         | I   | R | -                       | 91  | 105 | 91  |
| 148      | 1416/<br>81 | G.K. | 9.5.30   | 1,2,3,6,18       | 180         | 180          | 200          | 170 | 200 | 180         | II  | R | MS                      | 94  | 111 | 94  |
| 171      | 1213/<br>81 | W.G. | 18.12.24 | 1,2,3,4,6,7,9,22 | 200         | 195          | 170          | 170 | 200 | 170         | I   | R | MS                      | 85  | 85  | 87  |
| 450      | 425/<br>83  | M.R. | 4.1.44   | 1,3,20           | 120         | 115          | 140          | 180 | 165 | 180         | IV  | R | MS                      | 117 | 117 | 157 |
| 459      | 545/<br>83  | U.L. | 16.12.14 | 1,3,20           | 150         | 155          | 170          | 180 | 160 | 160         | IV  | R | MS                      | 103 | 107 | 103 |
| 490      | 691/<br>83  | K.M. | 7.7.38   | 1,3,20           | 135         | 135          | 145          | 125 | 145 | 125         | IV  | R | -                       | 93  | 107 | 93  |
| 494      | 664/<br>83  | F.M. | 26.9.27  | 1                | 145         | 125          | 125          | 130 | 130 | 130         | I   | R | Subcl. St. li           | 86  | 86  | 104 |



Es handelt sich in keinem Fall um signifikant herabgesetzte Blutdrucke der Arme. Der niedrigste Armdruck findet sich bei dem Patienten mit der Nr. 49. Dieser weist an beiden Armen einen systolischen Druck von 100 mm Hg auf. Sein niedrigster Beindruck, gemessen an der Arteria dorsalis pedis rechts, beträgt 130 mm Hg. Dieser Patient leidet an einem Diabetes mellitus, einer diabetischen Mikroangiopathie und einer Mediasklerose, welche auch der Grund sein dürfte für den leicht erhöhten Blutdruck an den Beinen.

Ein weiterer Patient dieser Tabelle, nämlich der Patient mit der Nr. 120, hat neben seiner AVK der Beine eine Thrombangitis obliterans. Ihm ist aufgrund von Durchblutungsstörungen an der rechten Hand 1 Finger amputiert worden, und es besteht ein Z.n. Sympathektomie. Dieser Patient weist an den Armen einen systolischen Blutdruck von im Mittel 135 mm Hg auf, sein niedrigster Beindruck liegt bei 140 mm Hg; das entspricht einer AVK der Beine im Stadium I mit leicht vermindertem Beindruck, der Druck an den Armen ist in diesem Fall normal.

Zusammenfassend kann man sagen, daß es auch für den Risikofaktor "Rauchen" keinen Zusammenhang gibt zwischen einer AVK der Beine mit erniedrigten Blutdrücken und einer AVK der Arme mit ebenfalls herabgesetztem Blutdruck. D.h. man kann nicht davon ausgehen, daß bei nachgewiesener AVK der Beine sich auch gleichartige Veränderungen an den Gefäßen der Arme finden lassen.

Sieben der 195 untersuchten Raucher haben neben ihrer AVK der Beine auch Veränderungen an den Gefäßen der oberen Extremität :

Patient Nr. 9 hat neben einer AVK im Stadium IIb einen Hypertonus und eine Subclavia Stenose links, sein systolischer Armdruck liegt bei 150 bzw. 170 mm Hg.  
Patient Nr. 120 hat eine AVK im Stadium I, eine Thrombangitis obliterans; seine Blutdruckwerte an den Armen liegen bei 130 bzw. 140 mm Hg.



Patient Nr. 222 leidet neben einem Stadium II der AVK an einem Diabetes mellitus und einer Subclavia Stenose links; der systolische Blutdruck des linken Armes ist mit 80 mm Hg aufgrund der Stenose deutlich vermindert. Am rechten Arm ist der Blutdruck mit 140 mm Hg normal.

Patient Nr. 265 : Subclavia Stenose links, AVK Stadium IIa, Blutdruck am rechten Arm 150 mm Hg, links 130 mm Hg.

Patient Nr. 376 : AVK Stadium I-II, Periarteriitis nodosa, Blutdruck rechter Arm 130 mm Hg, linker Arm 100 mmHg.

Patient Nr. 469 : AVK Stadium II, Thrombangitis obliterans, Blutdruck rechter Arm 140 mm Hg, linker Arm 160 mm Hg.

Patient Nr. 492 : AVK Stadium IIb, koronare Herzkrankheit, Hyperlipoproteinämie, Morbus Raynaud, Blutdruck rechter Arm 150 mm Hg, linker Arm 150 mm Hg.

Zwei der 195 untersuchten Raucher haben zusätzlich zu ihrer AVK der Beine auch Veränderungen an den Gefäßen der oberen Extremität. Es handelt sich, wie oben erwähnt, um die Patienten mit der Nr. 222 und 376, bei denen der systolische Armdruck vermindert ist.

### 3.2.4. Hypertonie

#### Kurve VII und Erläuterung

Über die Hypertonie als Risikofaktor 1. Ordnung für die Arteriosklerose der peripheren Gefäße gehen die Meinungen einiger Autoren auseinander.

Nach Kappert (7) und Mörl (1) manifestieren sich die Veränderungen bei Patienten mit Hypertonie besonders an den koronaren und vertebren Arterien.

Nach Rotter (13) beschränkt sich die Arteriosklerose beim Hypertoniker nicht nur auf die Stämme der Extremitäten- und



Organarterien, sondern befällt auch deren periphere Äste.

Nach Martorell (36) kann es sogar gelegentlich zum Ulcus hypertonicum an der unteren Extremität kommen.

Einig sind sich jedoch die Autoren darüber, daß die Schwere der Arteriosklerose eine unmittelbare lineare Beziehung zur Höhe des Blutdruckes zeigt. Bei Hypertonikern ist die Arteriosklerose stärker ausgeprägt als bei einem Kollektiv gleichaltriger Normotoniker.

Durch die Hypertonie kommt es zu Veränderungen von Arterien und Arteriolen, zur Hypertrophie der Gefäße, zur Mediasklerose und zur Intimafibrose. Von Hypertonie spricht man bei systolischen Blutdruckwerten oberhalb von 160 mm Hg.

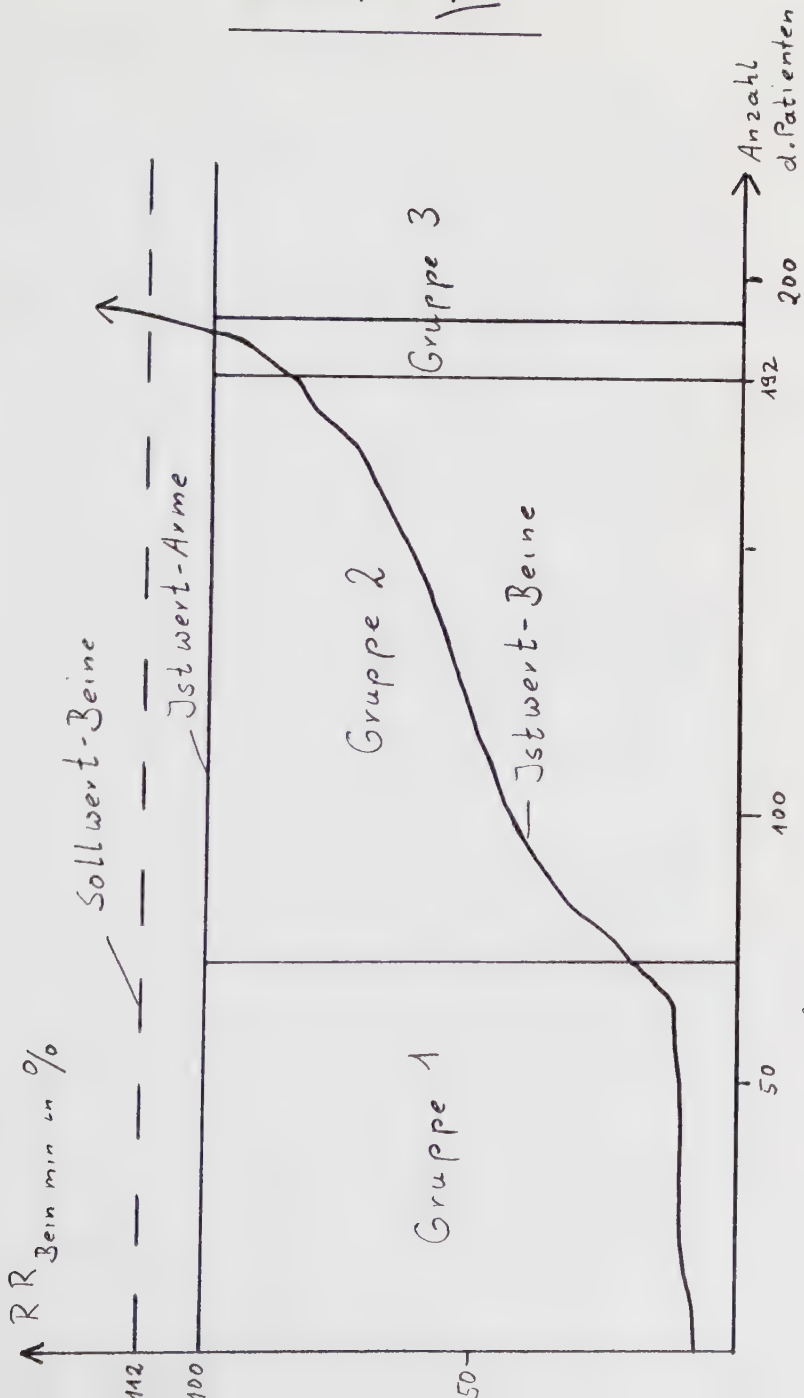
Da in der vorliegenden Arbeit von 500 untersuchten Patienten 192 eine Hypertonie in Zusammenhang mit einer AVK der Beine aufweisen, wurde die Hypertonie zu den Risikofaktoren der peripheren AVK dazugerechnet und für sie nach der Formel (siehe auch 3.2.0.)

$$RR_{\text{ Bein min. in \% }} = \frac{RR_{\text{ Bein min. }} \times 100}{RR_{\text{ Arm-Mittelwert}}}$$

die Kurve VII "Hypertonie" erstellt.



# Kurve VII





### Erläuterung zu Kurve VII "Hypertonie"

Für den "Istwert-Arme" werden die aus den beiden systolischen Armdrücken eines jeden Patienten sich ergebenden Mittelwerte gleich 100 % gesetzt und für die 192 Hypertoniker, die auf der Abszisse aufgetragen werden, bei 100 % auf der Ordinate durch eine Gerade gekennzeichnet.

Für den "Istwert-Beine", der für jeden Patienten in Prozent, bezogen auf seinen Armdruck, aus dem niedrigsten Beindruck ermittelt wird, ergibt sich eine Kurve, die bei 8 % beginnt und bei 111 % endet. Vor dem Auftragen auf der Abszisse werden die Prozentzahlen nach steigenden Werten geordnet.

Als "Sollwert-Beine" wird wiederum bei 112 % eine Gerade in die Kurve eingetragen, die der Orientierung dienen soll und dem Blutdruck des Arteriengesunden an den Beinen entspricht.

Aufgabe dieser Kurve ist es, zu zeigen, ob bei Hypertonikern, die an einer AVK der Beine leiden und entsprechend niedrige Beindrücke haben, sich auch arteriosklerotische Veränderungen an den Armen finden lassen. Die Frage nach erniedrigten Armdrücken erledigt sich in diesem Fall von selbst, da es sich bei allen 192 hier untersuchten Patienten um Hypertoniker handelt.

Nach der Erstellung der Kurve VII läßt sich zwar auch hier wieder eine Einteilung in 3 Gruppen vornehmen, aber es erscheint unnötig, darauf im einzelnen einzugehen, da es sich bei allen 192 Patienten um Hypertoniker handelt, deren Armdrücke alle höher oder gleich 160 mm Hg sind.

Unter ihnen ist nur einer, nämlich der Patient mit der Nr. 9, der gleichzeitig zum erhöhten Blutdruck des rechten Armes noch eine Subclavia Stenose links aufweist mit einem systolischen Druck von 150 mm Hg.

Alle anderen 191 Patienten haben keine Gefäßveränderungen an der oberen Extremität, weder entzündlicher noch degenerativer Genese.



#### 4.0.0. Diskussion

Die Arteriosklerose ist eine sehr häufige, chronische, nicht selten schon in der Jugend beginnende, schleichend und oftmals in Schüben rezidivierende herdförmige Erkrankung unbekannter Ätiologie, die sich vorwiegend an der Gefäßintima abspielt.

Es handelt sich um eine variable Kombination von Veränderungen der Gefäßwand, bestehend aus herdförmigen Anhäufungen von Lipiden, komplexen Kohlenhydraten, Blut, Blutprodukten, Bindegewebe und Ablagerung von Calcium (3,7,15).

Aus rheologischer Sicht präsentieren sich die arteriellen Verschlusskrankheiten als das Resultat vielfältiger Strömungsanomalien, die den Blutfluß durch die Stenose selbst, gegebenenfalls durch die Kollateralen und durch die mitbetroffene Endstrombahn betreffen.

In allen diesen drei Strömungsgebieten weichen die Strömungsbedingungen, d.h. die Durchmesser und Längen der Gefäße, die Widerstände und damit die treibenden Drucke, signifikant von denjenigen ab, die das Blut bei seiner Passage durch gesunde Strömungsgebiete vorfindet. Vereinfacht könnte man sagen, daß bei einer AVK an der Stenose zu hohe, im poststenotischen Gebiet zu niedrige Schubspannungen herrschen. Proportional zum Druckabfall an der Stenose treten lokal erhöhte Schubspannungen auf, die schließlich Thromben und Blutgerinnsel auslösen können (17).

Es liegt auf der Hand, daß der hydrodynamische Effekt der Stenose einerseits von der hydrodynamischen Kompetenz, andererseits vom totalen Fluß und damit von der Widerstandsregelung in den nachgeschalteten Gebieten abhängt. In den Kollateralen selbst, die sich bei peripherer Verschlusskrankheit aus präexistenten Mikrogefäßen heranbilden (18,19), haben wir es mit einer Vielzahl verhältnismäßig kleiner Gefäße zu tun, die, bezogen auf ihr Lumen, eine große Länge aufweisen. Da dieselben sich wahrscheinlich nur in geringem Maße erweitern können (20), ist die Länge der Kollateralen



von viel größerem Einfluß auf den hydraulischen Widerstand als dies bei natürlichen Arterien gleichen Kalibers der Fall ist.

Die Durchmesser der beim Menschen beobachteten Umgehungsgefäße liegen zwischen 300 und 500  $\mu$ m. Vergleicht man die Leitfähigkeit eines 500  $\mu$ m messenden Kollateralgefäßes von 20 cm Länge mit der Leitfähigkeit einer Femoralarterie mit 5 mm Durchmesser und 10 cm Länge, so ist das Kollateralgefäß um den Faktor  $2 \times 10^4$  kleiner, d.h. erst 20 000 solcher Umgehungsgefäße hätten die gleiche Leitfähigkeit wie das natürliche Gefäß. Solange weniger als 20 000 Kollateralgefäße vorliegen, ist es unmöglich, einen vollständigen Verschuß zu kompensieren.

Diese Tatsache folgt dem Gesetz von Hagen und Poisseuille (21) :

$$\dot{V} = \frac{\pi \times r^4 \times \Delta P}{8 \times \eta \times l}, \text{ wobei}$$

$\dot{V}$  = Stromstärke,

$r$  = Radius des Gefäßes,

$\eta$  = Viskosität,

$l$  = Länge des Gefäßes und

$\Delta P$  = Druckdifferenz ist.

Wenn man davon ausgeht, daß es an der oberen Extremität einen wirkungsvolleren und ausgeprägteren Kollateralkreislauf als an der unteren Extremität gibt, wobei die Bereiche von Schulter und Ellenbogen besonders gut versorgt sind (28, 29, 30), und wenn man berücksichtigt, daß die Länge dieser Kollateralen an den Armen kürzer ist als an den Beinen, so ergibt sich nach Hagen und Poisseuille, daß das Blut mit einer höheren Stromstärke zirkuliert. Auf diese Weise wird eine ausreichende Blutversorgung im Bereich des Armes und der Hand über Kollateralen sichergestellt, selbst dann, wenn es zu arteriosklerotischen Einengungen im Bereich der Hauptgefäße kommt.

Blut kann als pseudoplastische Flüssigkeit bezeichnet wer-



den ,d.h. es hat die Neigung, bei Stillstand das Verhalten von Festkörpern anzunehmen; man spricht dann von Stase, d.h. Blut ist zum Stillstand gekommen, jedoch ist kein Gefäß verschlossen und das Blut nicht geronnen.

Die Wand des langen Rohres übt auf das Blut als pseudoplastische Flüssigkeit eine Art Haftreibung aus, die bei schwachen Kräften eine Blutbewegung vollständig verhindert. Steigert man jedoch den Druckgradienten und damit die Schubspannung, werden die schwachen Kräfte in der Flüssigkeit überwunden, und es kommt zum Fluß. Man spricht von der kollateralen Viskositätserhöhung des Blutes (22).

Assoziation von Erythrozyten-Aggregationen und Viskositätserhöhung bei Strömungsverlangsamung führen zum Circulus vitiosus, bei dem das Blut den Viskositätswert unendlich annimmt; es kommt zur Stase.

Die Ausbildung vieler und funktionsfähiger Kollateralen hebt mit dem poststenotischen Druck auch den Druckgradienten und damit die Schubspannung.

Die Ursache von gestörten Fließbedingungen und von abnormen Fließeigenschaften sind ungeklärt. Fest steht, daß die Fibrinogen-Konzentration im Plasma und damit einerseits die Viskosität des Blutes und andererseits die Tendenz zur Erythrozyten-Aggregation gesteigert sind, und ferner die Verformbarkeit von Erythrozyten häufig beeinträchtigt ist (24,25).

Zusammenfassend kann man sagen, daß die AVK Teil einer arteriellen Systemerkrankung ist, die vorwiegend auf degenerative Veränderungen der Arterienwand und/oder eine gestörte Blutgerinnung bzw. veränderte Strömungsbedingungen zurückzuführen ist. Die überwiegend degenerative, selten entzündliche Gefäßerkrankung entsteht vorwiegend unter dem Einfluß sogenannter Risikofaktoren (26).

Warum jedoch die AVK zu mehr als 90 % nur an der unteren Extremität auftritt und so gut wie nie gemeinsam mit



arteriosklerotischen Veränderungen der oberen Extremität, ist eine Frage, der bisher wenig Beachtung geschenkt wurde, besonders weil die peripheren Durchblutungsstörungen, falls sie überhaupt an den Armen auftreten, kaum einmal die Schweregrade III und IV der AVK erreichen (32).

Sicher ist jedoch, daß prinzipiell jede Arterie betroffen sein kann, daß jedoch bevorzugt die Aorta, die Beckenarterien, die Arteria femoralis, die Arteria poplitea, die gabelförmigen Verzweigungen der Arteria carotis communis in Arteria carotis interna und externa und unter den Organarterien die Herzkranzarterien und die Hirnarterien betroffen sind (1,5,7).

In der vorliegenden Arbeit wurden 500 Patienten untersucht, die alle an einer AVK der unteren Extremität leiden mit zum Teil erheblichen Blutdruckveränderungen an den Beinen - entweder waren die Drucke aufgrund von Stenosen oder Verschlüssen vermindert oder aber wegen einer bestehenden Mediasklerose erheblich höher als beim Arteriengesunden.

Diese Untersuchung fand statt, um sich ein Bild darüber zu verschaffen, ob es einen Zusammenhang gibt zwischen einer AVK der unteren Extremität und einer gleichzeitigen AVK der oberen Extremität.

Von den 500 untersuchten Personen weisen nur 6 Patienten Veränderungen an den Gefäßen der oberen Extremität auf. Nachstehend ihre aus Tabelle 2.5.0. entnommenen Daten :



| lfd.<br>Nr. | Pat.<br>Nr. | Name | Geb.     | Diagn.       | A.br.<br>re/li | A.d.p.<br>re/li | A.t.p.<br>re/li | AVK | R   | Bemerkungen | 1   | 2 | 3                    |    |    |     |
|-------------|-------------|------|----------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----|-----|-------------|-----|---|----------------------|----|----|-----|
| 10          | 1375/<br>82 | E.K. | 16,11,19 | 1,3,4,<br>19 | 160            | 155             | 110             | 110 | 120 | 110         | III | - | Panart.nod.          | 69 | 69 | 71  |
| 16          | 1314/<br>82 | A.B. | 7,10,27  | 1,2,3        | 110            | 115             | 110             | 115 | 105 | 100         | I   | - | M.Raynaud            | 87 | 95 | 87  |
| 40          | 1189/<br>82 | E.G. | 28,12,24 | 1,17         | 90             | 85              | 60              | 80  | 70  | 70          | IIb | - | Ries.zell.<br>art.   | 67 | 67 | 82  |
| 376         | 208/<br>83  | J.F. | 20,12,07 | 1,19         | 130            | 100             | 80              | 120 | 80  | 120         | IIa | R | Panart.nod.          | 62 | 62 | 120 |
| 469         | 837/<br>80  | W.K. | 17,12,6  | 1,21         | 140            | 160             | 100             | Ø   | 90  | 70          | II  | R | Thrombang.<br>oblit. | 13 | 64 | 13  |
| 492         | 684/<br>83  | A.W. | 15,8,29  | 1,4,7,<br>23 | 150            | 150             | 145             | Ø   | 145 | 120         | IIb | R | M.Raynaud            | 13 | 97 | 13  |

Erklärung der Diagnosen siehe Seite 6

Diese 6 Patienten mit einer AVK entzündlicher Genese haben zum Teil erheblich erniedrigte Blutdrucke an den Beinen; in nur einem Fall ist jedoch der Armdruck deutlich erniedrigt (Patient Nr. 40), die Armdrucke der anderen 5 Patienten liegen alle im Bereich der Norm.

Nachstehend weitere 4 Patienten, die zusätzlich zu ihrer AVK der Beine eine Subclavia Stenose links aufweisen :

| lfd.<br>Nr. | Pat.<br>Nr. | Name | Geb.    | Diagn. | A.br.<br>re/li | A.d.p.<br>re/li | A.t.p.<br>re/li | AVK | R   | Bemerkungen | 1   | 2 | 3           |     |     |     |
|-------------|-------------|------|---------|--------|----------------|-----------------|-----------------|-----|-----|-------------|-----|---|-------------|-----|-----|-----|
| 222         | 862/<br>81  | E.H. | 15.8.29 | 1,3    | 140            | 80              | 90              | 140 | 90  | 95          | IIb | R | Subcl.St.li | 64  | 64  | 112 |
| 9           | 1448/<br>82 | H.B. | 15.02   | 1,2,6  | 170            | 150             | 150             | 120 | 80  | 80          | IIb | R | Subcl.St.li | 47  | 47  | 53  |
| 265         | 466/<br>81  | G.N. | 20.2.38 | 1      | 150            | 130             | 130             | 140 | 130 | 120         | IIa | R | Subcl.St.li | 80  | 87  | 92  |
| 424         | 283/<br>83  | B.P. | 9.10.12 | 1,3,15 | 160            | 125             | 300             | 300 | 300 | 300         | I   | - | Subcl.St.li | 188 | 188 | 240 |

Erklärung der Diagnosen siehe Seite 6

Auch bei diesen 4 Patienten finden sich, außer an der durch die Subclavia Stenose betroffenen Extremität, keine signifikanten Blutdruckerniedrigungen. Vermutlich wird hier, im Gegensatz zu den proximalen Verschlüssen der Beinarterien, durch einen vorgegebenen Kollateralkreislauf über die



Arteria vertebralis der Verschluß der Arteria subclavia kompensiert. Es wurde bei Patienten mit nachgewiesenem Subclavia Steal Syndrom gezeigt, daß die normale Muskeldurchblutung der Arme auf Kosten des Hirnkreislaufes aufrechterhalten werden kann (8,32).

Außer bei diesen 10 Patienten, die in den beiden vorangehenden Tabellen aufgeführt sind, konnte bei keinem der anderen 490 AVK-Kranken eine gleichzeitige Blutdruckveränderung an der oberen und der unteren Extremität festgestellt werden.

Es erscheint verwunderlich, daß ein Patient mit starken arteriosklerotischen Veränderungen an den Beinen und einer AVK im Stadium IV keine gleichartigen Veränderungen im Bereich der oberen Extremität aufweist. Man kann jedoch davon ausgehen, daß sich die Arteriosklerose an allen Gefäßen abspielt, daß sie aber aufgrund ihrer geringen Ausprägung an einem Teil der Gefäße keine Konsequenzen zeigt.

Für die Ätiologie dieser, besonders im Bereich der Arme, geringer ausgeprägten arteriosklerotischen Veränderungen lassen sich 2 Theorien entwickeln :

1. Dazu ist auf das zu verweisen, was zu Beginn der Diskussion gesagt wurde : Durch eine erheblich ausgeprägtere Kollateralbildung im Bereich der oberen Extremität und durch die an den Armen kürzere Wegstrecke als an den Beinen ist die Fließgeschwindigkeit des Blutes höher, es kommt zu geringerer Reibung und damit zu geringerer Ablagerung an den Gefäßwänden. Bekanntlich wird eine Stenose erst dann wirksam, wenn der durch sie erzeugte Widerstand sich demjenigen der Peripherie nähert. Dabei muß das Gefäßlumen um mehr als  $\frac{3}{4}$ , also um 75 %, unter einen kritischen Querschnitt eingeengt werden. Mit der Progredienz der Stenosierung nimmt die funktionelle Kapazität distal des Hindernisses, gemessen an der reaktiven Hyperämie, allmählich ab. Die Durchblutung



reicht dann bei längerer Muskularbeit zur Deckung des erhöhten Sauerstoffverbrauches nicht aus, es kommt zur Claudicatio (1).

Ab 95 % Einengung entsteht der Ruheschmerz; durch Anhäufung von gefäßerweiternden Substanzen kommt es zur Senkung des peripheren Widerstandes.

Die fortschreitende Stenosierung und vor allem der endgültige Verschuß werden häufig durch Thromben verursacht, die sich den arteriosklerotischen Polstern auflagern (13).

2. Wenn man davon ausgeht, daß in Herz- bzw. Oberarmhöhe ein hydrostatischer Druck von 100 mm Hg im arteriellen System herrscht, auf Höhe der Arteria radialis bzw. ulnaris ein Druck von 135 mm Hg besteht und im Bereich der Fußknöchel ein Druck von 195 mmHg im Normalfall vorhanden ist (21), so kann diese Druckdifferenz eine Erklärung dafür sein, daß es an der oberen Extremität aufgrund des niedrigen hydrostatischen Druckes seltener zu arteriosklerotischen Ablagerungen kommt.

Da aber sowohl die Carotiden als auch die Coronarien einen niedrigeren hydrostatischen Druck aufweisen als die untere Extremität, trotzdem aber von arteriosklerotischen Veränderungen betroffen sind - wenn auch seltener als die Beine -, kann der hydrostatische Druck allein nicht ausschlaggebend sein für das nur seltene Auftreten der AVK an den Armen.

Eventuell spielt hier, in Zusammenhang mit dem hydrostatischen Druck, der Faktor "Bewegung" eine Rolle. Nach Kappert (7) führt Bewegungsarmut als Risikofaktor zur Arteriosklerose. Aufgrund von Beobachtungen ist zu vermuten, daß die meisten Menschen ihre Arme mehr bewegen als die Beine, wobei man annehmen kann, daß sich Arme und Hände des öfteren in Schulter- und sogar Kopfhöhe befinden, wodurch der hydrostatische Druck für diese



Zeit erniedrigt wird, was für die Beine nur sehr selten zutrifft.

Es bliebe einer weiteren Untersuchung überlassen, festzustellen, welcher Personenkreis von den Bewegungsgewohnheiten her überwiegend an AVK leidet und ob diese Patienten unter einer relativen Bewegungsarmut der Beine leiden.

Angenommen, der Mensch bewegt tatsächlich die Arme mehr als die Beine, so kommt es an der oberen Extremität zu einer stärkeren Kontraktion der Muskeln. Dabei senken Substanzen, die in den Skelettmuskelzellen gebildet werden, den myogenen Tonus, und es kommt zu einer Dilatation der Widerstandsgefäße, sodaß die Durchblutung im Verhältnis zum metabolischen Bedarf des Gewebes zunimmt (27). Während der Bewegung nimmt der Gefäßwiderstand in den aktiven Muskeln ab, und die Durchblutung nimmt im Verhältnis zum Grad der Muskelarbeit zu. Der Ruheblutfluß im Muskel liegt normalerweise bei 2 - 5 ml Blut/100 ml Gewebe pro Minute und kann bei Muskelarbeit auf 40 ml Blut/100 ml Gewebe pro Minute ansteigen.

So wie bei der AVK der Beine das Gehtraining als Stimulus für die Ausbildung eines funktionstüchtigen Kollateralkreislaufes angesehen wird, so kann man die stärkere Muskelarbeit der Arme als physiologischen Stimulus für einen ausgeprägten Kollateralkreislauf im Bereich der oberen Extremität ansehen.



### 5.0.0. Zusammenfassung

Bei 500 Patienten mit nachgewiesener AVK der unteren Extremität in den Stadien I-IV wurden die systolischen Blutdrucke der Beine mit denen der Arme verglichen, um der Frage nachzugehen, ob es bei diesen Patienten eine Beteiligung der oberen Extremität im Sinne arteriosklerotischer Veränderungen gibt.

Bei der AVK der Beine sinkt mit zunehmender Stenosierung der Gefäße der Blutdruck distal dieser Gefäßverengung. Je weiter die AVK der Beine fortgeschritten ist, desto niedriger ist der systolische Bein- und Arm-Druck.

Es wurde in der vorliegenden Arbeit nachgewiesen, daß selbst im Stadium IV der AVK mit extrem niedrigen Bein- und Arm-Drücken sich keinerlei Blutdruckveränderungen an der oberen Extremität finden lassen, die auf eine gleichzeitige AVK der Arme hinweisen.

Insgesamt konnten bei nur 2 von 500 untersuchten Patienten erniedrigte Arm-Drücke festgestellt werden. In einem Fall handelt es sich um einen Patienten mit Riesenzellerarteriitis, im anderen Fall um einen Patienten mit einer Subclavia Stenose links.

Die arteriosklerotischen Ablagerungen im Bereich der oberen Extremität nehmen aufgrund eines erheblich ausgeprägteren Kollateralkreislaufes im Bereich der Arme nur in Ausnahmefällen die Stadien III-IV an.

Eine weitere Erklärung für die bessere Durchblutung der Arme ist der niedrigere hydrostatische Druck, vermutlich in Zusammenhang mit einer erhöhten Muskelarbeit der Arme.



## 6.0.0. Literaturverzeichnis

- 1) Mörl, H.  
Arterielle Verschlusskrankheit der Beine  
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1979
- 2) Kollath, J.  
Diagnostik peripherer arterieller und venöser Stenosen  
und Verschlüsse mit Hilfe der Doppler-Sonographie  
Internist 23/383, 1982
- 3) Schettler, G.  
Innere Medizin, Band I  
Thieme Verlag 1980
- 4) Küttler, T., Hasenöhr, K.  
Innere Medizin, Band I  
Jungjohann Verlag 1980
- 5) Heyden, S.  
Risikofaktoren für das Herz  
Boehringer - Mannheim, 1974
- 6) Schettler, G., Mörl, H.  
Ätiologie und Pathogenese der Arteriosklerose  
Naturwissenschaften 65/130, 1978
- 7) Kappert, A.  
Lehrbuch und Atlas der Angiologie  
Hans Huber Verlag Bern, Stuttgart, Wien, 1969
- 8) Ross, R., Harker, L.  
Hyperlipidemia and atherosclerosis : Chronic hyper-  
lipidemia initiates and maintains lesions by endothelial  
cell desquamation and lipid accumulation  
Science 193/1094, 1976
- 9) Forster, G.  
Störung der Blutlipide und ihre Bedeutung  
Praxis 57/1219, 1968



- 10) Fuchs, U.  
Elektronenmikroskopische Befunde bei peripherer  
diabetischer Angiopathie  
Fischer Verlag, Jena, 1965
- 11) Ditschuneit, H.  
Der Prädiabetes  
Dtsch. Med. Wschr. 90/1925, 1965
- 12) Alexander, K., Cachovan, M.  
Diabetische Angiopathie  
Witzstrock Verlag Baden-Baden, Brüssel, Köln, New York, 1978
- 13) Rotter, W.  
Lehrbuch der Pathologie  
Schattauer Verlag Stuttgart, New York, 1978
- 14) Funk, H. U.  
Veränderungen an den kleinen Extremitäten-  
gefäßen von Diabetikern  
Schweiz. Med. Wschr. 95/487, 1965
- 15) Steinmann, B.  
Periphere arterielle Erkrankung  
Praxis 52/1262, 1963
- 16) Bollinger, A.  
Durchblutungsmessungen in der klinischen Angiologie  
Hans Huber Verlag Bern, Stuttgart, Wien, 1969
- 17) Schmid-Schönbein, H., GVR Born, PDRichardson, Cusack, N.,  
Rieger, H., Forst, R., Rohling-Winkle, J., Blasberg, P.,  
Wehmeier, A.  
Rheology of thrombotic processes in flow : The  
interaction of erythrocytes and thrombocytes  
subjected to high flow forces  
Biorheology 18/415, 1981
- 18) Scharper, J., Scharper, W.  
Wechselwirkung zwischen Gefäßwand und Blutzellen  
Hämostasiologie 1/1, 1981



- 19) Schoop, W.  
Pathophysiologie und Klinik des arteriellen Kollateral-  
kreislaufes beim Verschuß von Extremitätenarterien  
Habilitationsschrift Freiburg 1962
- 20) Sunder-Plassmann, L., von Hesler, F., Endrich, B., Messmer, K.  
Improvement of collateral circulation in chronic  
vascular occlusive disease of the lower extremity  
Bibliotheca Haematologica 47/43, 1982
- 21) Schmid, R. F., Thews, G.  
Physiologie des Menschen  
Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1977
- 22) Schmid-Schönbein, H.  
Physiologie und Pathophysiologie der Mikrozykulation  
Internist 23/359, 1982
- 23) Schmid-Schönbein, H.  
Myocardiale Mikrozykulation : Wechselwirkung zwischen  
Vasomotorik und Fließeigenschaften des Blutes  
Dtsch. Med. Wschr. 106/1483, 1981
- 24) Effros, R. M., Schmid-Schönbein, H., Ditzel, J.  
Microcirculation : Current physiologic, medical  
and surgical concepts  
Academic Press New York, 1981
- 25) Volger, E.  
Experimentelle und klinische Untersuchungen über die  
Rheologie des Blutes bei kardiovaskulären Erkrankungen  
und deren Risikofaktoren  
Habilitationsschrift TU München, 1980
- 26) Schettler, G., Boyd, S.  
Atherosclerosis  
Amsterdam, London, New York  
Elsevier 1969
- 27) Shepherd, J. T., Vanhoutte, P. M.  
The human cardiovascular system - facts and concepts  
New York, Raven Press, 1979



- 28) Rostad, H., Hall, K.V.  
Arterial occlusive disease of the upper extremity  
Scand. J. Thorac. cardiovasc. surgery 14/223, 1980
- 29) Spittell, J.A.  
Occlusive arterial disease in the upper extremity  
Cardiovasc. Clinic 13-2/59, 1982
- 30) Laroche, G.P., Bernatz, P.E., Joyce, J.W., Mac Carty, C.S.  
Chronical arterial insufficiency of the upper extremity  
Mayo Clinic. Proc. 51-3/180, 1976
- 31) Piza, F.  
Hämodynamik der oberen Extremität  
8. Jahrestagung der österreich. Gefäßchirurgie  
Innsbruck 1975
- 32) Held, K.  
Klinischer Verlauf und Muskeldurchblutung  
der Arme bei Patienten mit arterieller  
Verschlußkrankheit der oberen Extremität  
Vasa 7-2/143, 1978
- 33) Recknagel, A.  
Physik, Schwingungen und Wellen  
VEB-Verlag Technik Berlin, 1981
- 34) Abu Rahma, A.F., Roland, J., Diethrich, E.D.  
Correlation of the resting and exercise doppler  
ankle/arm index to angiographic findings  
Angiology 31-5/331, 1980
- 35) Baron, H.C., Hiesinger, E.  
Ankle/arm systolic pressure ratio  
New York State Journal of Medicine 78-7/1072, 1978
- 36) Martorell, F.  
Ulcères des jambes  
Masson, Paris 1953



## 7.0.0. Lebenslauf

Am 21. Oktober 1942 wurde ich in Berlin-Charlottenburg als Tochter des Betriebswirtes Ernst Stockinger und seiner Ehefrau Lilo Stockinger geb. Schwaebsch geboren.

Von 1948 bis 1952 besuchte ich die Volksschule in Stuttgart, um dann auf das Hölderlin Gymnasium für Mädchen in Stuttgart überzuwechseln, wo ich im März 1961 die humanistische Reifeprüfung ablegte.

Im April 1961 heiratete ich meinen Mann Horst Senger und zog nach Ottobrunn bei München.

Im Dezember 1961 kam mein Sohn Fritz und im Dezember 1962 meine Tochter Katrin zur Welt.

Von 1967 bis 1973 lebte ich mit meiner Familie in Ville d'Avray bei Paris. Mein Mann hatte dort im Auftrag der Fa. MBB eine Tätigkeit auf dem Raumfahrtsektor übernommen.

Zum Wintersemester 1977/78 nahm ich das Medizinstudium an der Ludwig Maximilians Universität München auf, wo ich im August 1980 die Ärztliche Vorprüfung ablegte.

Im März 1981 bestand ich den ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung und im August 1983 den zweiten Abschnitt .

Im Oktober 1984 legte ich den schriftlichen Teil des dritten Abschnittes der Ärztlichen Prüfung ab und beendete mit dem mündlichen Teil am 12. November 1984 das Studium der Medizin.





